

Владимир Иосифович Векслер.

Сто лет со дня рождения, 4.03.1907 – 22.09.1966.

Создатель Синхрофазотрона.

Один из основателей ОИЯИ.

Автор открытия «Автофазировка в резонансных циклических ускорителях.»

Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, лауреат премии «Атом для мира».

Кавалер трёх орденов Ленина и Трудового красного знамени.

Почётный гражданин г. Дубны.

Исследования на Синхрофазотроне

Никитин В.А., ОИЯИ, март 2007 г.

«Чтобы задумать и построить такое сооружение, нужна была очень большая смелость».

Нильс Бор.

Этапы пути:

1949 г. – начало проектирования; 1952 г. – начало строительства;

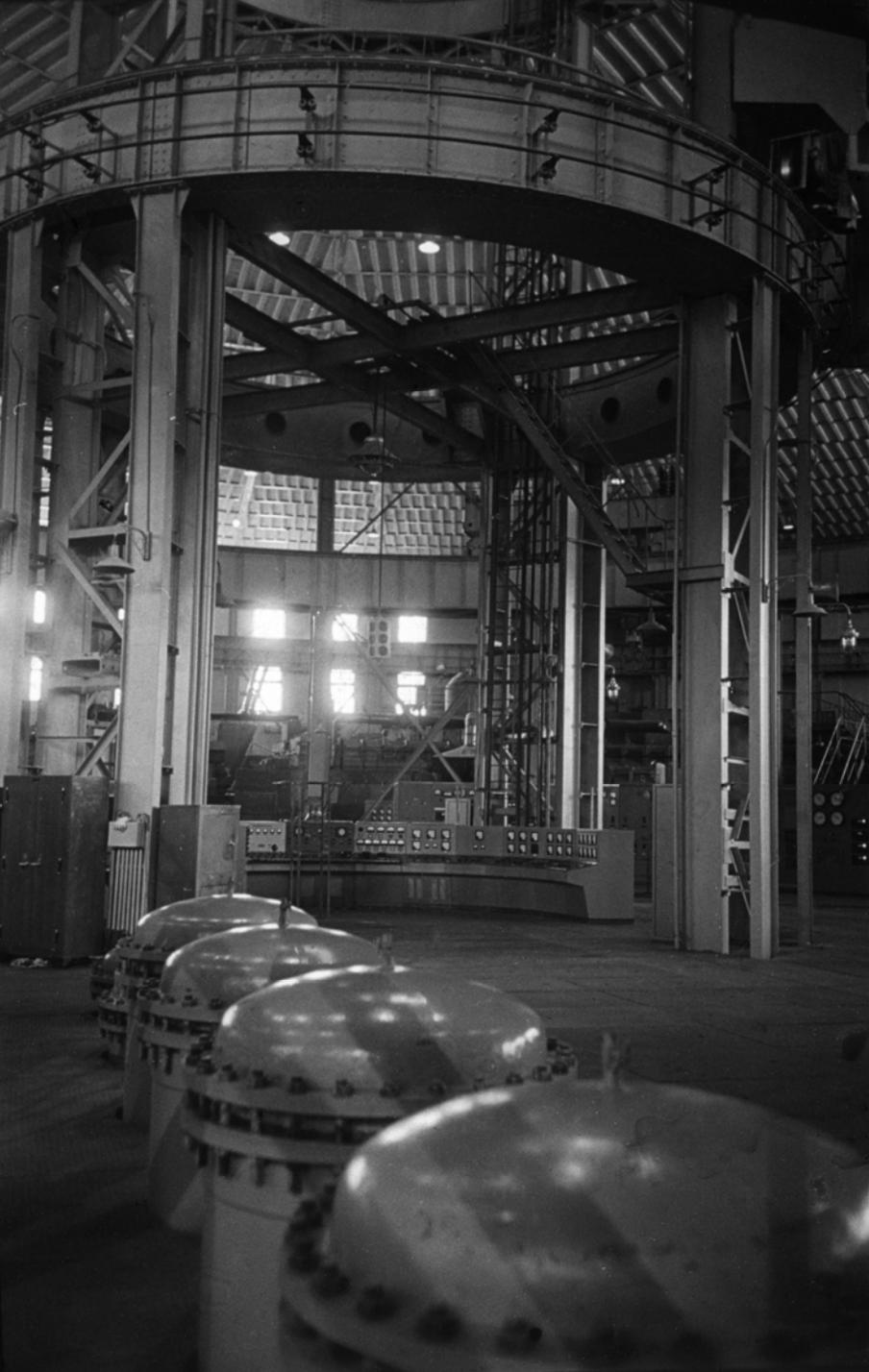
1957 г., 16 апреля, 23 часа 40 минут – есть проектная энергия 10 ГэВ !!;

1972 г. – получен выведенный пучок протонов; 1969 г. – ускорение дейтронов; 1981 г. – ускорение ядер от H до Si; 1983 г. – ускорение поляризованных дейтронов;

2002 г. – Конец работ на СФ.



Синхрофазотрон. Общий вид



Пульт управления СФ.

На переднем плане
дистилляторы воды для
охлаждения магнита.



В.И. с женой

Ниной Александровной
Сидоровой

на Памире, 1947 г.

В. И. Векслер с женой Ниной Александровной Сидоровой на Памире.
Чечекты, 1947 г.

Сессия Учёного совета ОИЯИ, 1958 г.



5-я сессия Ученого совета ОИЯИ. В первом ряду (слева направо): И. М. Франк, М. Даньш, В. П. Джелепов, Д. И. Блохинцев, В. И. Векслер, Н. Н. Боголюбов, Г. Н. Флеров; во втором ряду: В. Вотруба, В. Н. Сергиенко, А. М. Рыжов. 1958 г.

Л.П.Зиновьев, В.И.Векслер, В.А.Петухов, 1960 г.



Л. П. Зиновьев, В. И. Векслер, В. А. Петухов. 1960 г.

М.С.Рабинович, В.И.Векслер, Н.А.Моносзон, 1960 г.



М. С. Рабинович, В. И. Векслер, Н. А. Моносзон. 1960 г.

В.И.
с участниками
группы,
открывшей
анти Σ .



Участники научной группы, открывшей новую ядерную частицу «антисигма-минус-гиперон». Слева направо: В. И. Векслер, Дин Дацао (КНР), Ким Хи Ин (КНДР), Нгуен Дин Ты (СРВ), А. Михул (Румыния). 1960 г.

В.И.Векслер и А.М.Петросьянц, 1963 г.



Председатель Госкомитета по атомной энергии СССР А. М. Петросьянц и В. И. Векслер во время Международной конференции по ускорителям. Дубна, 1963 г.

И.Я.Померанчук, С.Н.Вернов, В.И.Векслер, 1964 г.



И. Я. Померанчук, С. Н. Вернов, В. И. Векслер. 1964 г.



Премьер-министр Великобритании Г. Макмиллан в ОИЯИ.
В первом ряду (слева направо): Э. Иден, Г. Макмиллан, Ф. Ф. Козлов,
А. А. Громыко, В. И. Векслер. 1959 г.



Американская делегация во главе с Р. Маршаком.
Слева направо: Р. Вильсон, Р. Маршак, ..., В. И. Векслер. 1960 г.

Нильс Бор, И.Е.Тамм, В.И.Векслер, 1961 г.



Нильс Бор, И. Е. Тамм, В. И. Векслер, 1961 г.



Улица
академика
Векслера
в Дубне.

Улица имени академика В. И. Векслера в городе Дубне

Премии государственного уровня,
присуждённые за методические и физические исследования на СФ
Ленинские премии.

1959 г. В.И.Векслер (ОИЯИ), Ф.А.Водопьянов, Д.В.Ефремов, Л.П.Зиновьев (ОИЯИ), А.А.Колоиенский, Е.Г.Комар, А.Л.Минц, Н.А.Моносзон, В.А.Пектухов (ОИЯИ), М.С.Рабинович, С.М.Рубчинский, А.М.Столов.

Создание Синхрофазотрона на 10 ГэВ.

1988 г. А.М.Балдин, П.Н.Боголюбов, В.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе.

Новое квантовое число - цвет и установление динамических закономерностей в кварковой структуре элементарных частиц.

Государственные премии.

1983 г. Ю.К.Акимов, В.А.Никитин, Б.А.Морозов, Ю.К.Пилипенко, Л.С.Золин, С.В.Мухин, М.Г.Шафранова, В.А.Копылов-Свиридов, А.А.Кузнецов (ОИЯИ), А.А.Воробьёв (ЛИЯФ), Е.Л.Фейнберг (ФИАН), В.А.Царёв (ФИАН).

Дифракционное рассеяние протонов при высокой энергии.

Премии государственного уровня, присуждённые за методические и физические исследования на СФ.

1985 г. Г.П.Жуков, И.Ф.Колпаков А.Н.Синаев и др.

Разработка и массовое производство на основе международного стандарта КАМАК системы автоматизации научных и научно-технических исследований.

1986 г. Ю.В.Заневский и др.

Разработка и применение ядерно-физических методов и аппаратуры для исследований для исследований в молекулярной биологии.

1986 г. Н.Н.Говорун, В.П.Шириков и др.

Разработка и внедрение программных средств в инженерные расчёты и проектирование сложных технических систем на ЭВМ.

1992 г. В.С.Алфеев, З.В.Борисовская и др.

Разработка и создание экономичных сверхпроводящих магнитов для ускорителей высоких энергий.

1996 г. М.Д.Бавижев, В.И.Котов (ИФВЭ), А.И.Смирнов (ПИЯФ), А.М.Таратин, Э.Н.Цыганов (ОИЯИ) и др.

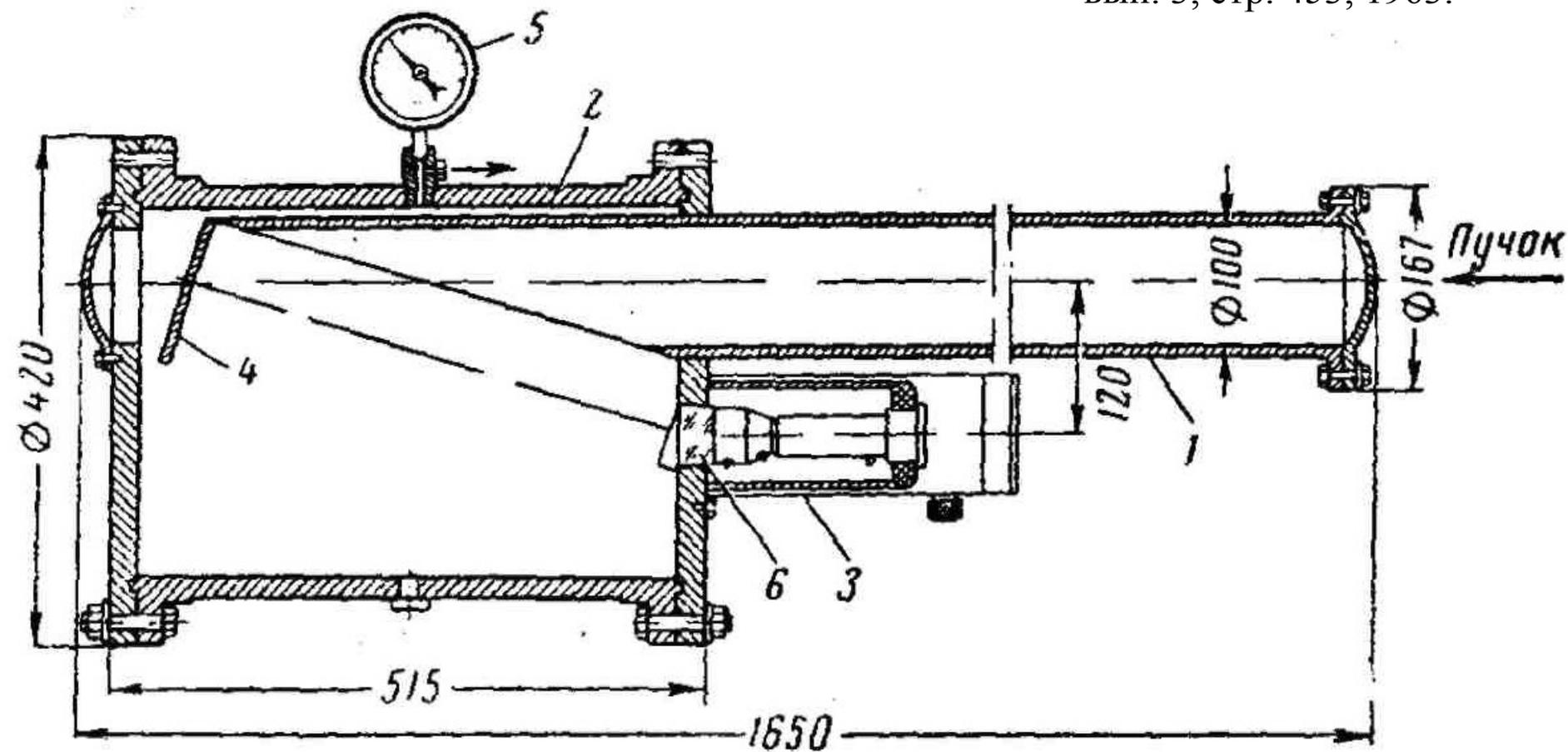
Разработка новых методов управления пучками частиц ... с помощью изогнутых кристаллов.



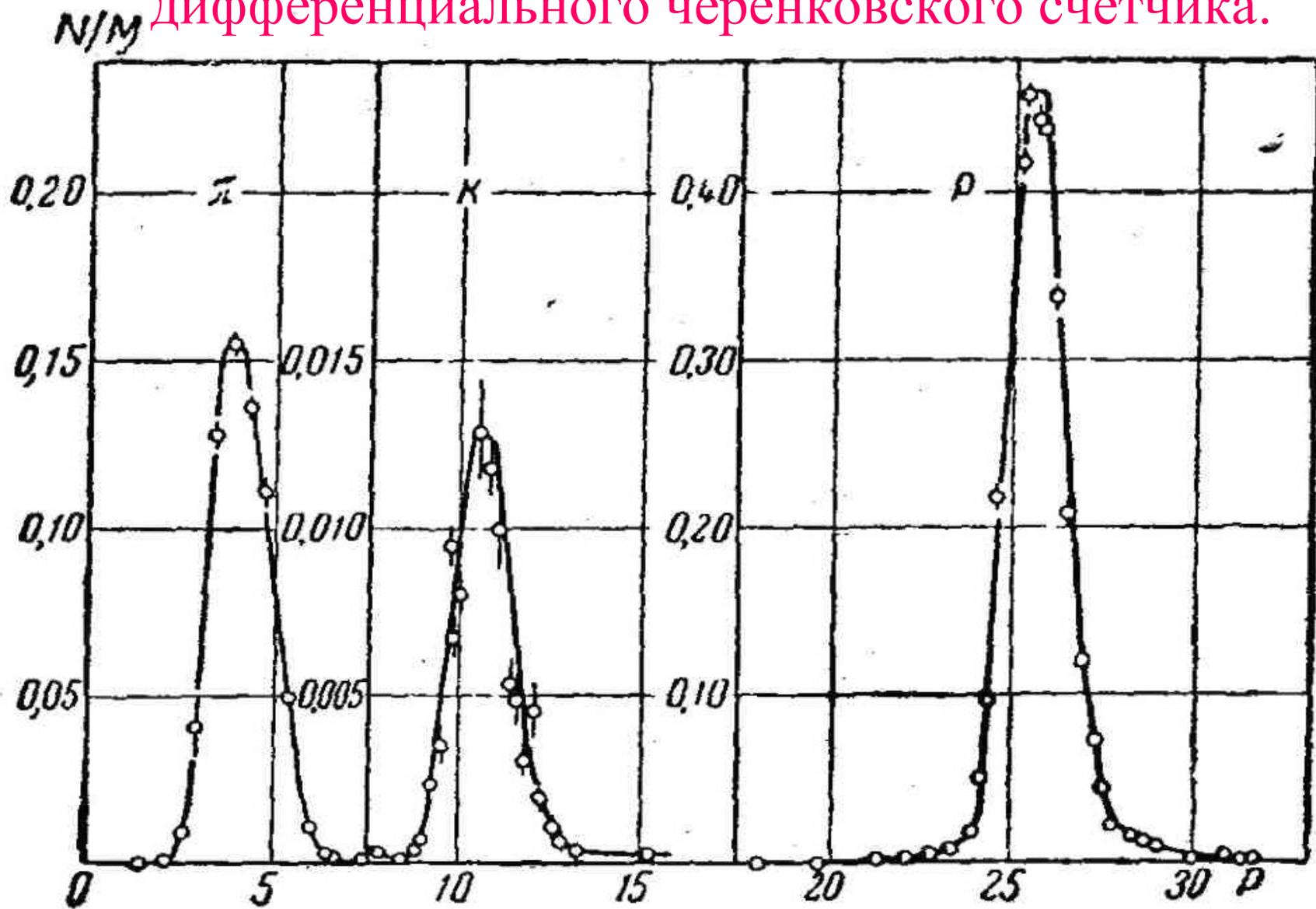
Методические
и физические
исследования.

Газовый дифференциальный черенковский счётчик.

А.С.Вовенко и др.
Газовые черенковские счётчики. УФН, т.81,
вып. 3, стр. 453, 1963.

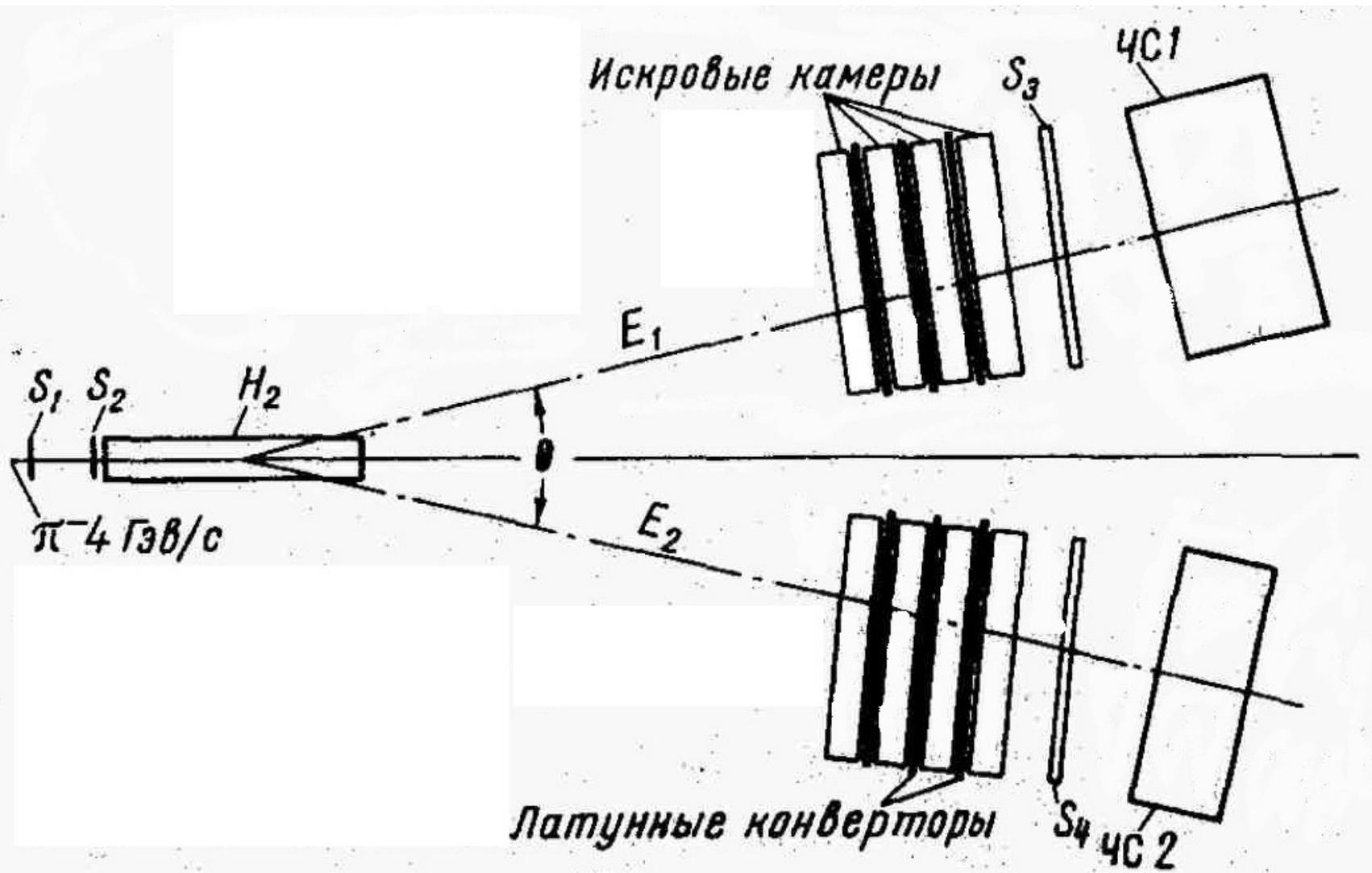


Идентификация π , K и ρ с помощью
дифференциального черенковского счётчика.



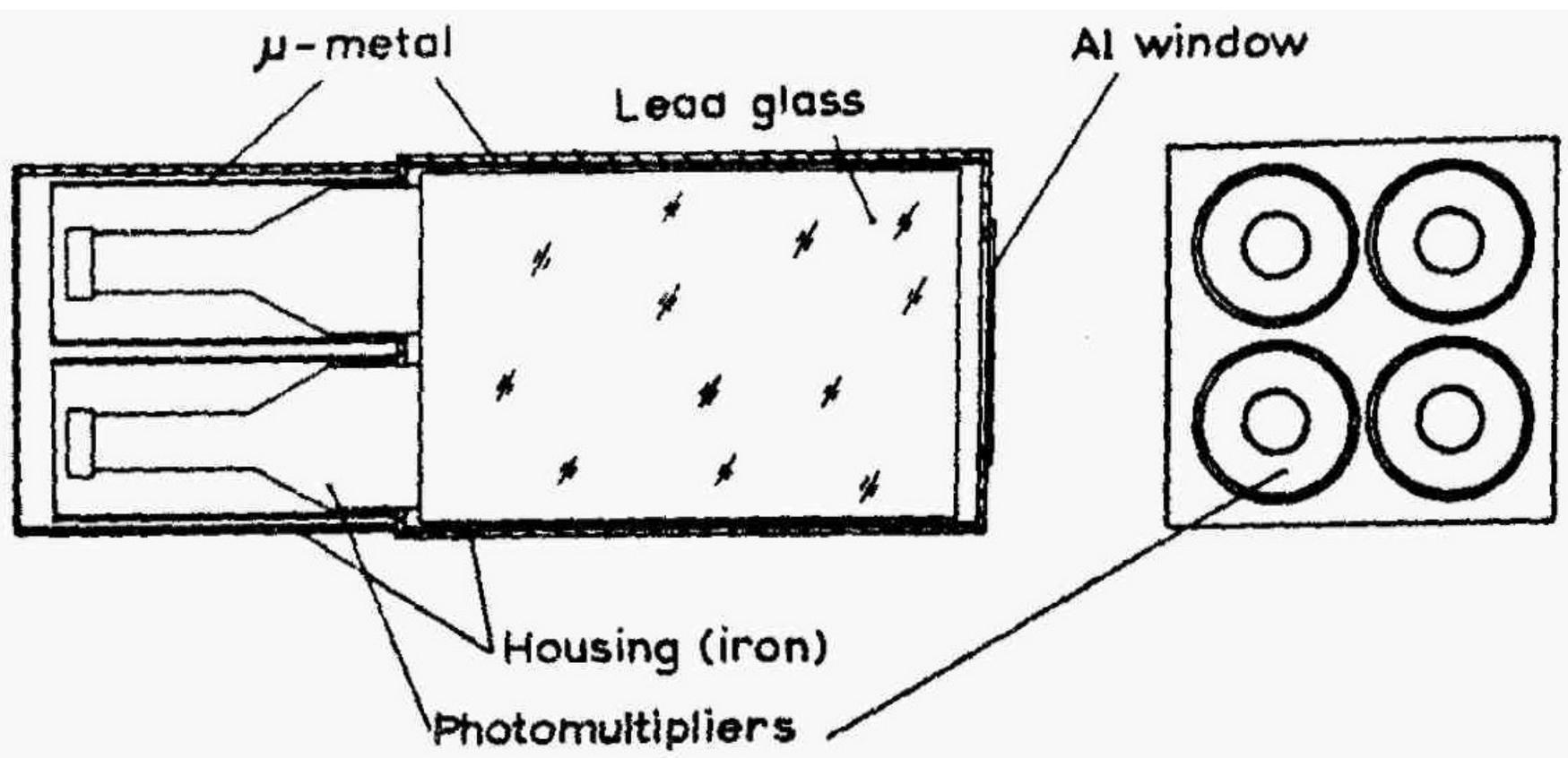
Давление газа, атм.

Схема черенковского спектрометра электронов и фотонов «Фотон».



Модуль черенковского спектрометра.

← 60 см →



Черенковский спектрометр электронов и фотонов «Фотон».



Основной результат – открытие распада векторных мезонов ρ , ω , ϕ на (e^+, e^-) пару.

Азимов М.А., Хачатурян М.Н. и др, ЯФ, вып. 3, с. 515, 1967.

$$\frac{\Gamma(\rho \rightarrow ee)}{\Gamma(\rho)} \sigma_{tot}(\rho) + \frac{\Gamma(\omega \rightarrow ee)}{\Gamma(\omega)} \sigma_{tot}(\omega) = (0.45 \pm 0.12) \cdot 10^{-1} \text{ mcb},$$

$$\frac{\Gamma(\phi \rightarrow ee)}{\Gamma(\phi)} \sigma_{tot}(\phi) \leq 1.8 \cdot 10^{-2} \text{ mcb}.$$

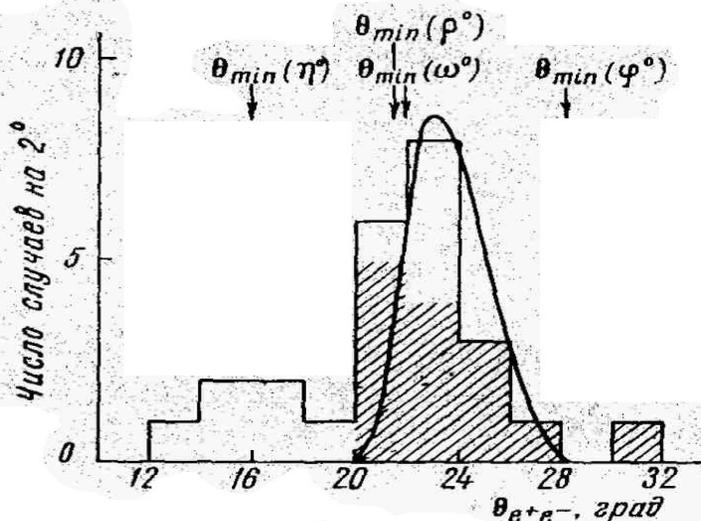


Рис. 3

Рис. 3. Распределение углов разлета для 25 кандидатов в e^+e^- -пары, отобранных по фотографиям с искровых камер и энергии. Показана теоретическая кривая, рассчитанная для ω^0 -мезонов. Заштрихованные части — случаи, удовлетворяющие кинематике распада ρ^0 , ω^0 и ϕ^0

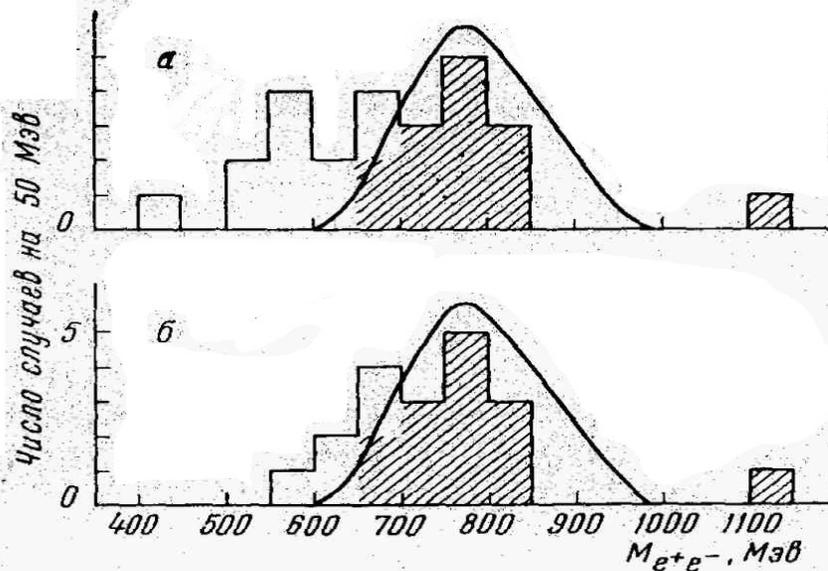


Рис. 4

Рис. 4. Распределения по эффективным массам: *a* — для 25 кандидатов в e^+e^- -пары, отобранных по фотографиям с искровых камер и энергии; *b* — для 19 кандидатов в e^+e^- -пары, отобранных по фотографиям с искровых камер, энергии и углу разлета. Показана в л.с. теоретическая кривая, рассчитанная для ω^0 -мезонов. Заштрихованные части — случаи, удовлетворяющие кинематике распада ρ^0 , ω^0 и ϕ^0

Газовые и пузырьковые камеры, разработанные и созданные в ЛВЭ ОИЯИ.

- Камеры Вильсона (газообразный водород, гелий, аргон) 40 см, 50 см, 1 м.
- Стримерные камеры 1 м, 2 м.
- Пропановые пузырьковые камеры 24 л, 2 м.
- Ксеноновая камера 50 см.
- Водородные пузырьковые камеры 40 см, 1 м, 2 м.
- Водородная камера 2 м с дейтериевой мишенью.

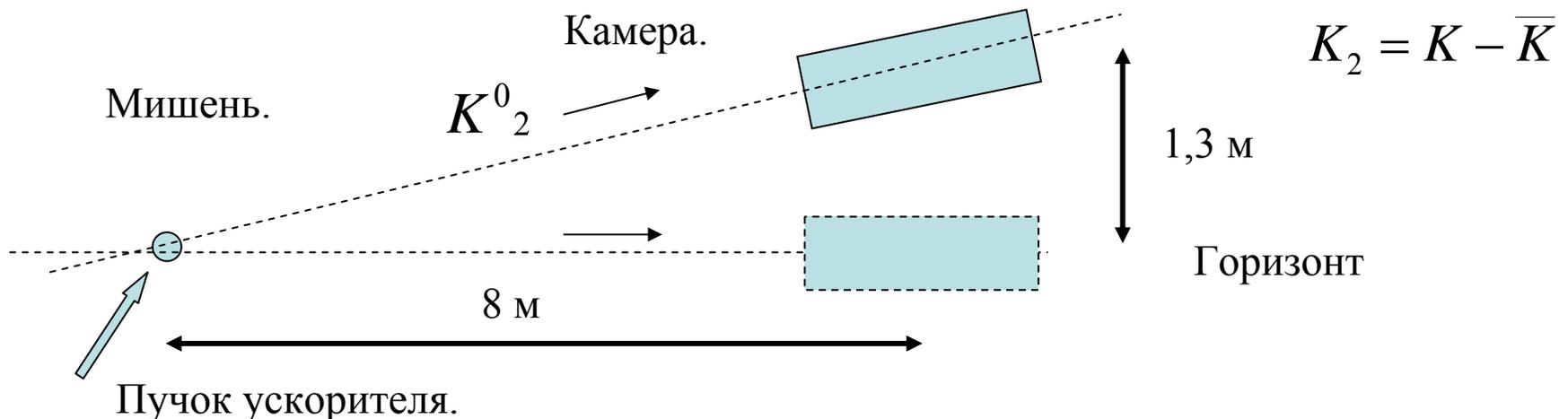
Исследования распадов K^0 – мезонов на камерах Вильсона.

- Исследованы характеристики K_{L3} распадов. Не обнаружена зарядовая асимметрия в продуктах распада – поиск несохранения CP чётности.
- Открыты каналы распадов $K = \pi^+ \pi^- \pi^0 = \pi^+ \pi^- e^+ e^-$, $3\pi^0$.
- Показано несохранение C – чётности.

Э.Оконов, М.Подгорецкий,
О.Хрусталёв. Препринт ОИЯИ
Д-647, 1961 г.

Поиск антигравитации.

«Известно, что структура современной физики предполагает отсутствие антигравитации. Вместе с тем фундаментальная важность вопроса заставляет искать методы экспериментальной проверки этого положения. При отрицательном знаке гравитационной массы \bar{K}^0 - частицы исходный пучок K^0_2 разделится на два пучка, причём \bar{K}^0 отклонятся вверх, а K^0 - вниз.»



$$\frac{d\Psi_1}{dt} = im_1 - \delta\Psi_2 - \lambda\Psi_1/2;$$

$$\frac{d\Psi_2}{dt} = im_2 + \delta\Psi_1 - \lambda_2\Psi_2/2;$$

$$\delta = m\gamma g H.$$

$$R = n(K_1)/n(K_2) = 4\delta^2 (H/v)^2 \lambda_1/\lambda_2(\dots).$$

Результаты эксперимента.

$$R(H=0)=(4\pm 4) \cdot 10^{-3} .$$

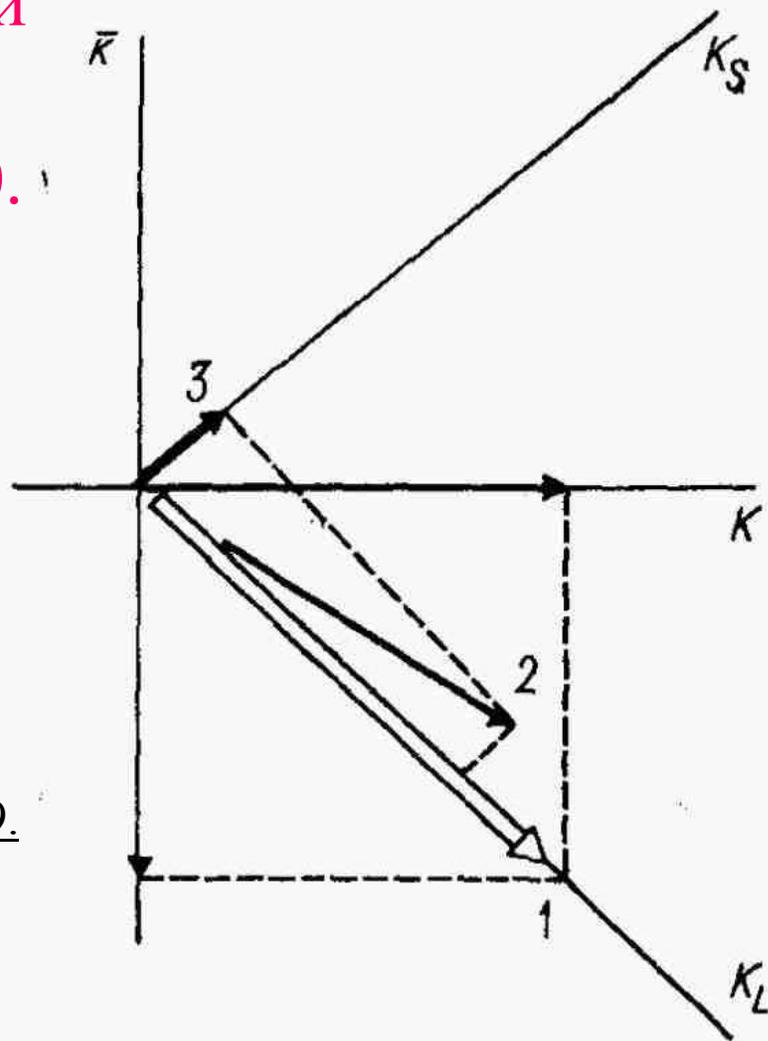
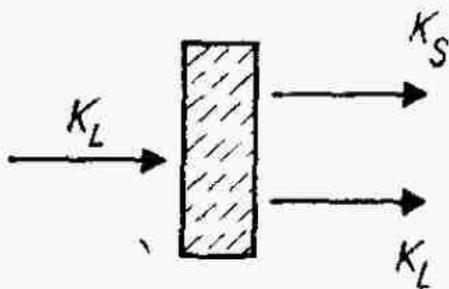
$$R(H=127 \text{ см})=(2\pm 2) \cdot 10^{-3} .$$

Расчётная величина для варианта антигравитации:

$$R(H=127 \text{ см})=(90\pm 10) \cdot 10^{-3}$$

Эффект антигравитации анти-К
не обнаружен.

Исследование регенерации
 $K_L - K_S$
на ускорителе ИФВЭ У-70.



Бирулёв В.К. и др. ЯФ, т.24, с. 748, 1969.

Рис. 13. Иллюстрация к эксперименту по регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$.
Начальное чистое состояние K_L 1 в результате взаимодействия с мишенью переходит
в состояние 2, имеющее отличную от нуля проекцию 3 на орт K_S

Разность полных сечений

взаимодействия K , анти- K с протонами

проверка теоремы Померанчука

на ускорителе ИФВЭ У-70.

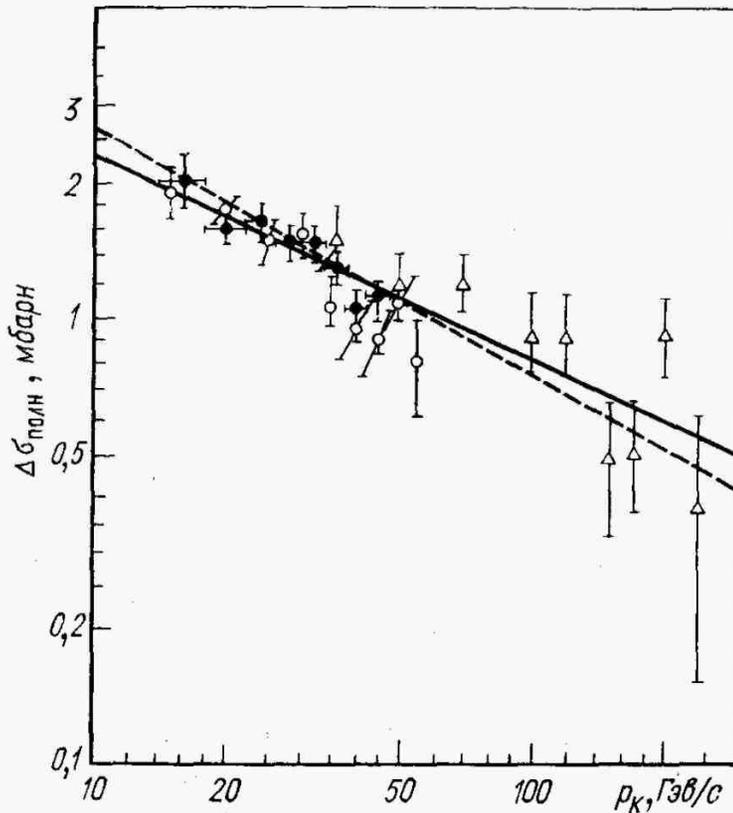


Рис. 14. Разность полных сечений взаимодействия каонов и антикаонов с нуклонами:

○ — Данные работы [3], полученные в эксперименте по регенерации $K_L \rightarrow K_S$ на водороде; остальные точки получены в опытах на пучках K^+ , K^- -мезонов (ссылки см. в [3]);
 - - - - аппроксимация данных [3] функцией $A p^{-n}$ ($n = 0,50 \pm 0,15$); — — — — то же для остальных данных ($n = 0,46 \pm 0,05$)

$$K_L = K - \bar{K}, \quad K_S = K + \bar{K};$$

$$K_L \rightarrow K_L + \alpha K_S$$

Амплитуда регенерации $K_L \rightarrow K_S$ f_{LS} выражается через амплитуды рассеяния K , анти- K :

$$f_{LS} = (f - \bar{f})/2$$

Имеет место оптическая теорема:

$$\text{Im } f_{LS} =$$

$$(k/4\pi)(\sigma_{\text{tot}}(Kp) - \sigma_{\text{tot}}(\bar{K}p)).$$

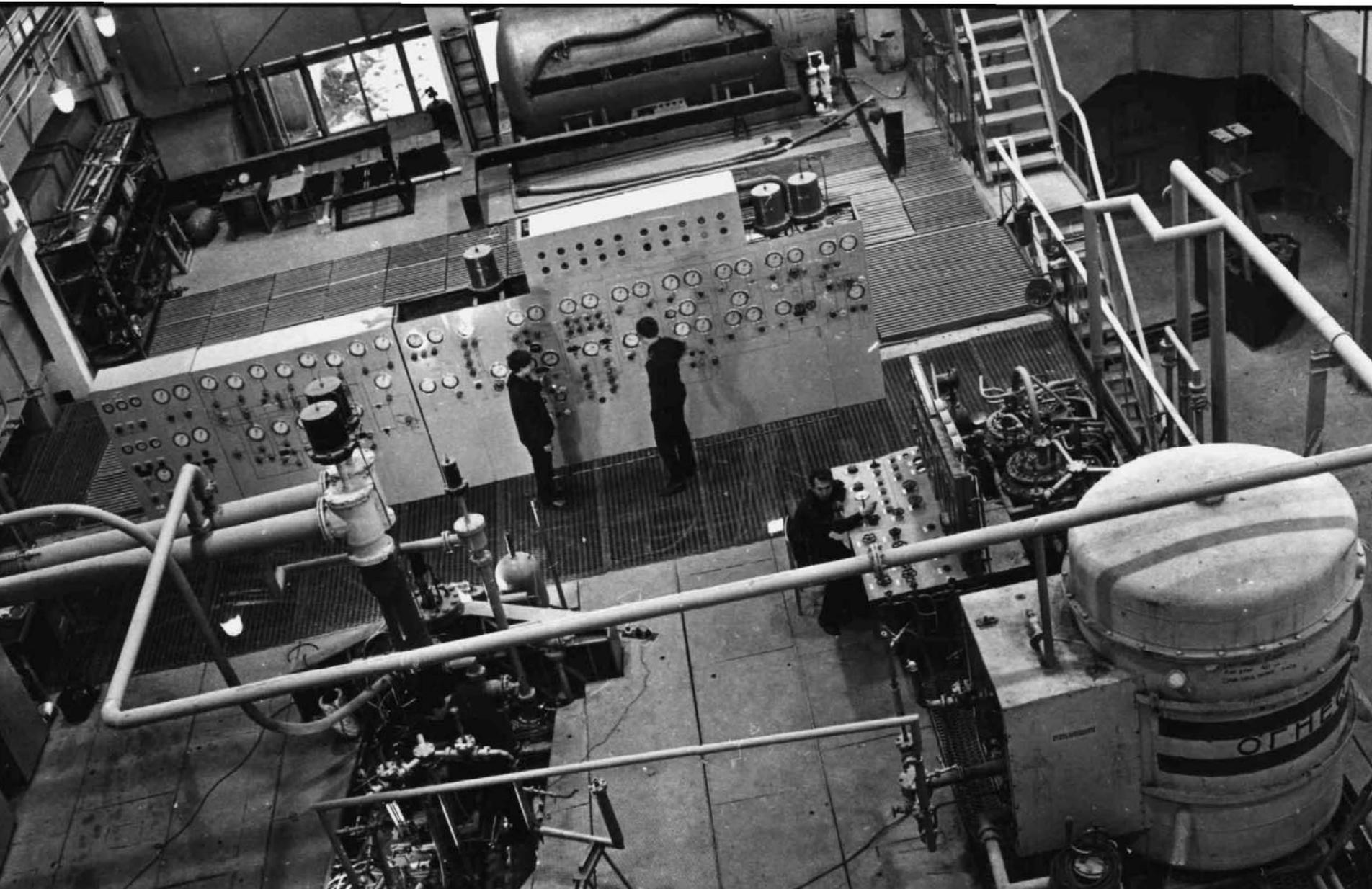
Амплитуды f определяются экспериментально из распределения распадов K за регенератором.

Жидководородная 2 м камера. Сборка в ЛВЭ ОИЯИ.

На камерах 1 м и 2 м сделано более 2 млн снимков.



Пульт управления жидководородной камеры 2 м
на ускорителе ИФВЭ У-70.



Ксеноновая пузырьковая камера.

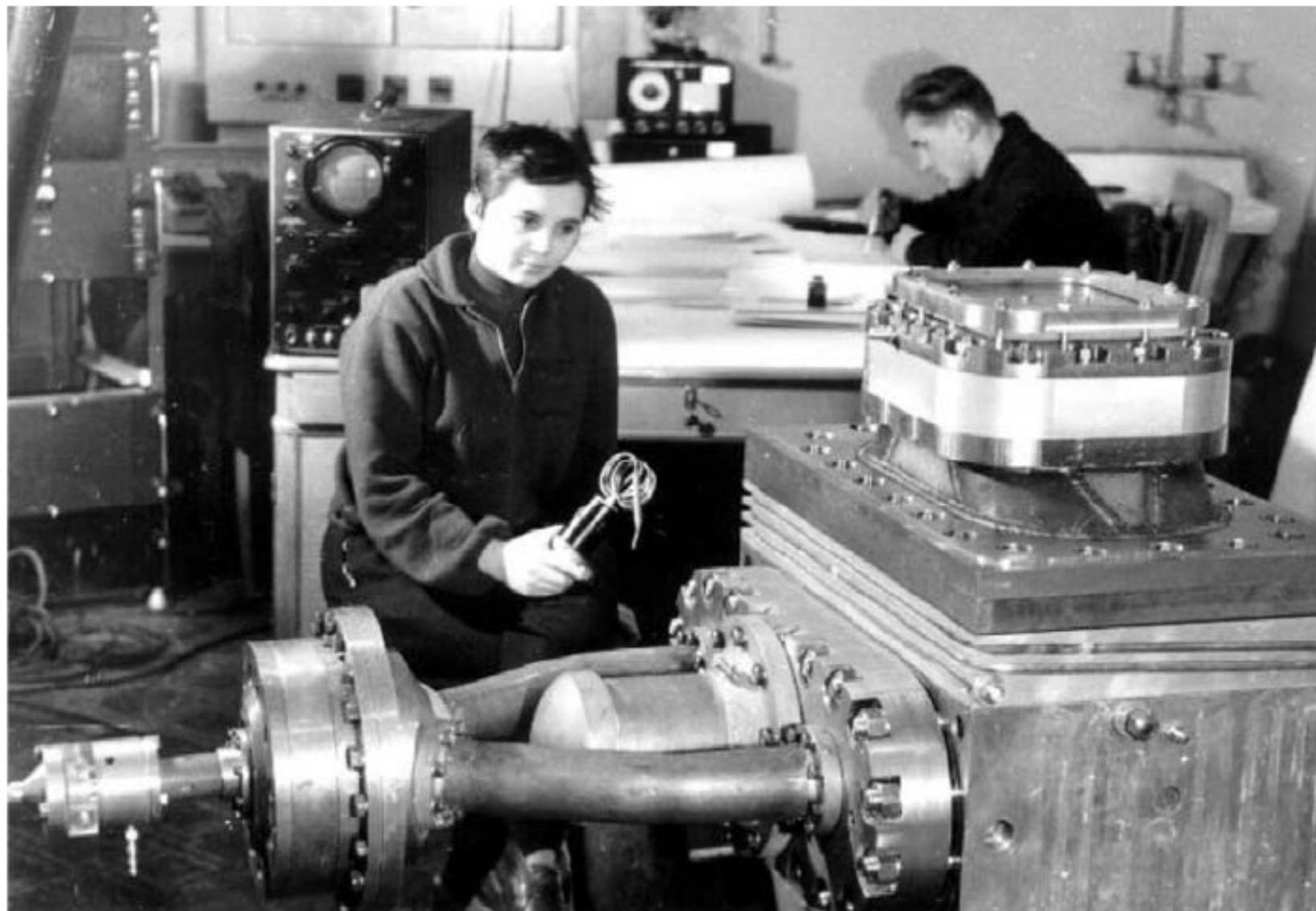


Фото 16. 50-см ксеноновая пузырьковая камера
на испытательном стенде

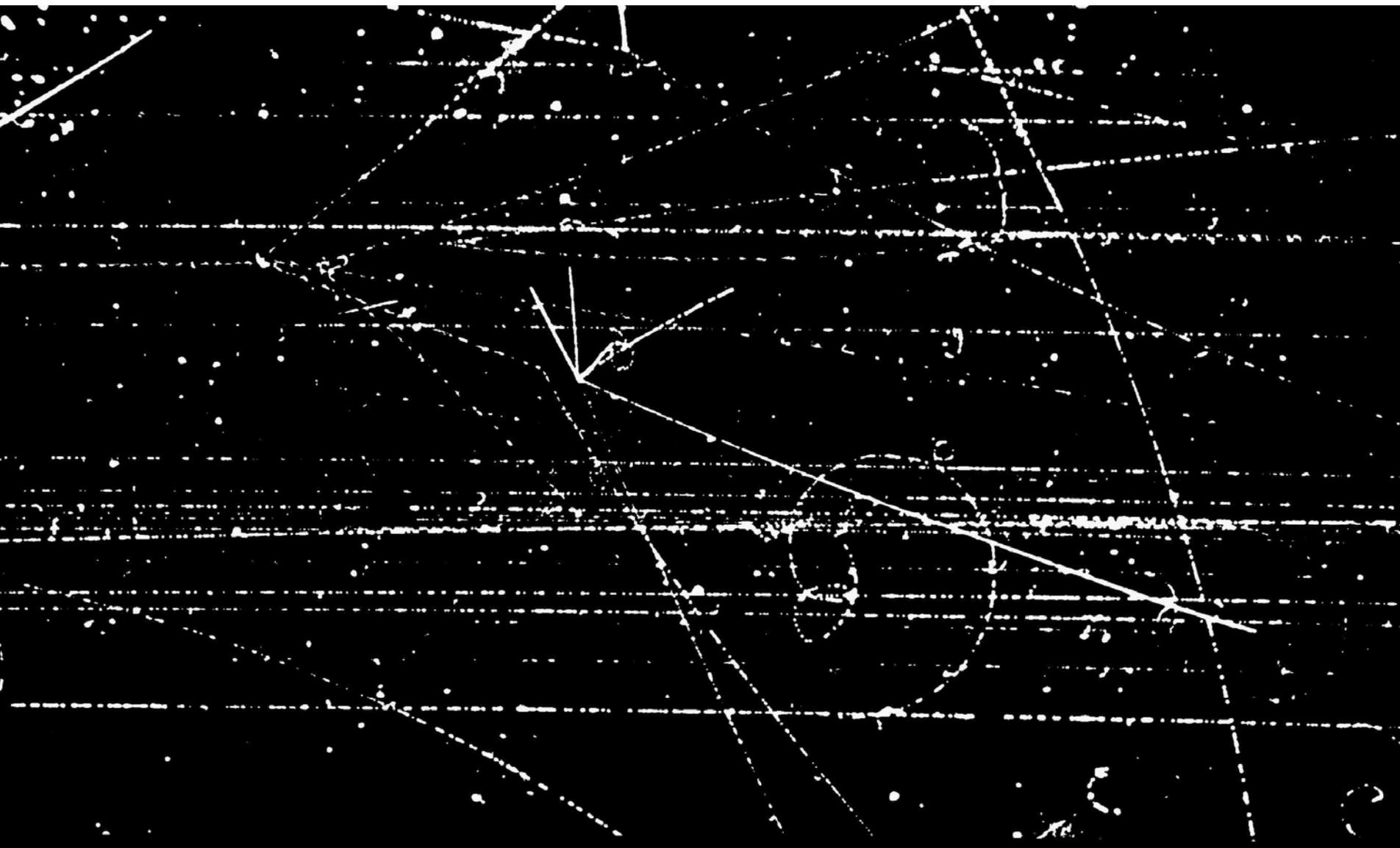
Сотрудничество пропановых камер.
Руководители М.И.Соловьёв, В.Г.Гришин.



Некоторые результаты исследований на пузырьковых камерах.

- Обнаружена инерция барионного заряда: в событиях pp и $p\pi$ взаимодействия с множественностью пионов < 4 угловое распределение барионов в с.ц.м. резко анизотропно. В событиях с $n_\pi > 8$ наблюдается изотропия. Введено понятие области пионизации и фрагментации.
- Получены характеристики рождения странных частиц, антипротонов и антигиперонов. Обнаружено множественное рождение странных частиц.
- Открыты резонансы
- $f(980) \rightarrow 2K$, $f(600) \rightarrow 2\pi$, (σ - мезон).

Фото с 2 м пропановой камеры, ЛВЭ 1960 г.
Рождение анти - Σ^- .



Расшифровка фото с анти - Σ .



Наблюдаются
четыре странные
частицы.

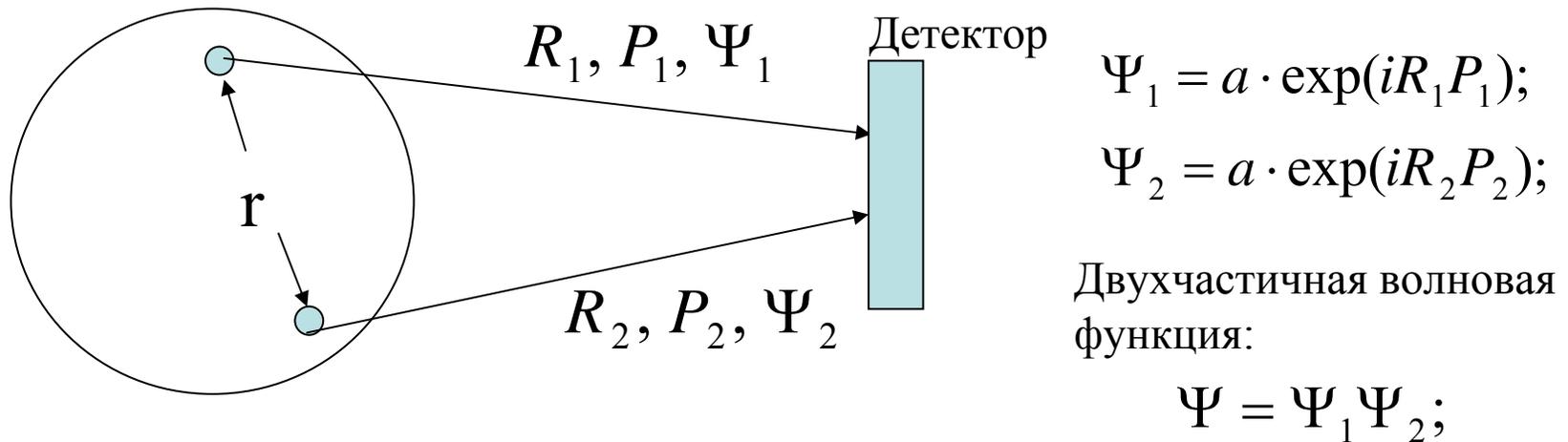
М.И. Подгорецкий, Г.И.Копылов, Я.А.Смородинский.



Интерференция тождественных частиц: фемтометрия.

Хорошо известные факты: вынужденное излучение в оптике-увеличение выхода пар фотонов с малым относительным углом, лазерный эффект.

Рассмотрим возбуждённую адронную материю.



Для тождественных частиц:

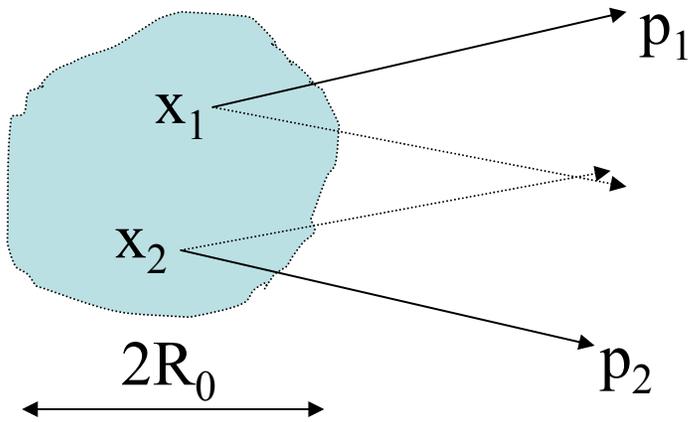
$$\Psi(x_1, x_2) = \pm \Psi(x_2, x_1); \quad \text{«+»- бозоны, «-»-фермионы.}$$

Симметризация волновой функции:

$$\Psi_{s,a} = \Psi_1(R_1, P_1) \cdot \Psi_2(R_2, P_2) \pm \Psi_1(R_2, P_2) \cdot \Psi_2(R_1, P_1);$$

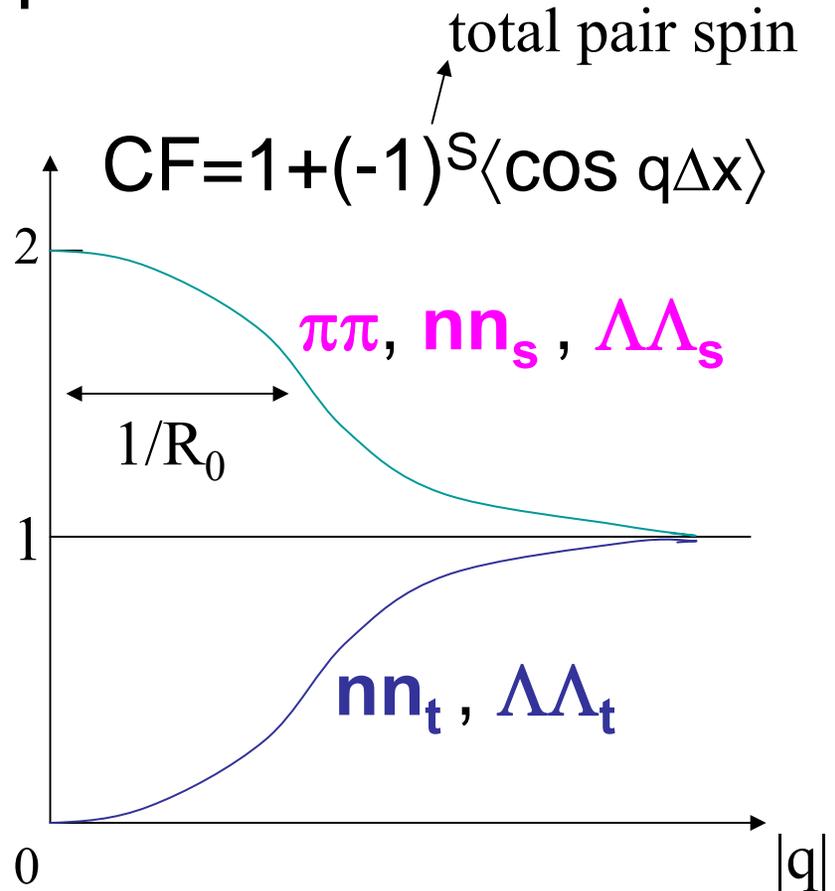
$$|\Psi_{s,a}|^2 = I \quad \text{Экспериментально измеряемая интенсивность двухчастичных событий.}$$

QS symmetrization of production amplitude



$$q = p_1 - p_2, \quad \Delta x = x_1 - x_2$$

$$C = \frac{\frac{d^6 \sigma}{dp_1^3 \cdot dp_2^3}}{\frac{d^3 \sigma}{dp_1^3} \cdot \frac{d^3 \sigma}{dp_2^3}}$$



Интерференция тождественных частиц: АА-взаимодействия, ЛВЭ

Обнаружена зависимость радиуса области взаимодействия от угла наблюдения

τ_0 фм He+Au; 4,5 ГэВ/нукл

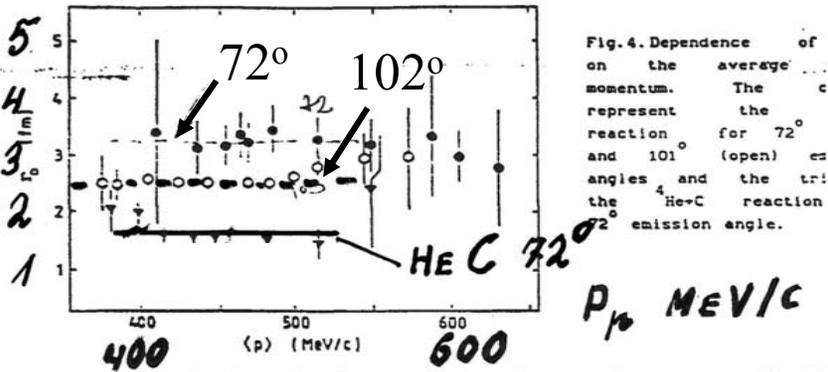


Fig. 4. Dependence of on the average momentum. The represent the reaction for 72° and 101° (open) es angles and the tri the $^4\text{He}+\text{C}$ reaction the 0 emission angle.

the p-p correlations in internal target experiments, we decided to upgrade our experimental setup by placing the detectors closer to the target. The schematic layout of the new configuration is shown in Fig. 5. In the 2-nd half of 1989 a 5 weeks long run was carried out.

The goal was to measure the two-proton correlation functions in reactions of proton, and ^6Li beams with carbon and gold targets. The statistics were large enough to study the dependence of the correlation

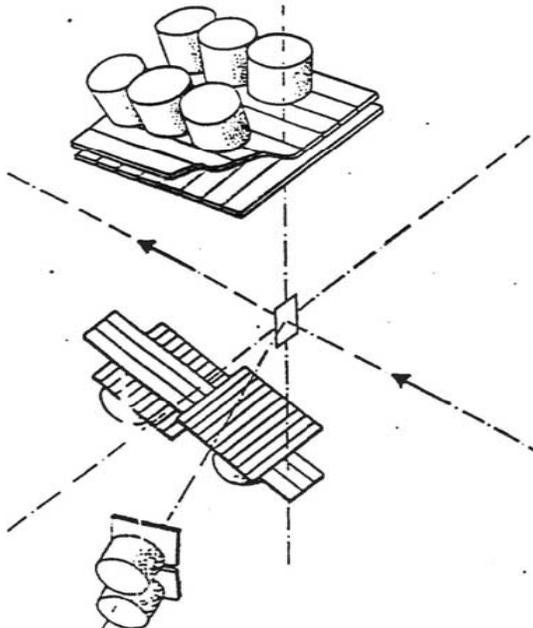
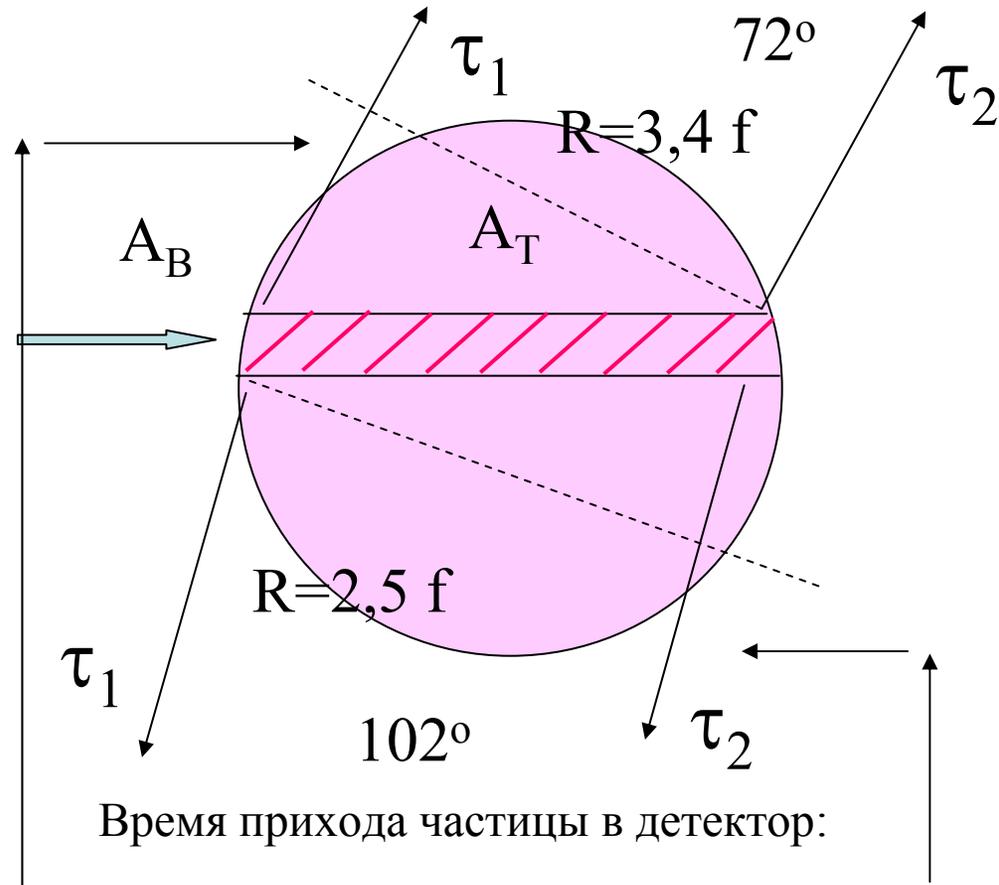


Fig. 5. Schematic of the new experimental setup.

tion on the orientation of k at CMS velocity. One of the immediate effects of changing the detector configuration was the reduction of the luminosity by a factor of 20. This in turn reduced the number of accidental coincidences what can be seen in Fig. 6 showing the distribution of the difference of emission times



Время прихода частицы в детектор:

$$\tau_2 - \tau_1 = -\Delta\tau + \frac{2r_A}{c}$$

$$\tau_2 - \tau_1 = +\Delta\tau + \frac{2r_A}{c}$$

Зависимость радиуса области взаимодействия от атомного номера ядра-мишени.

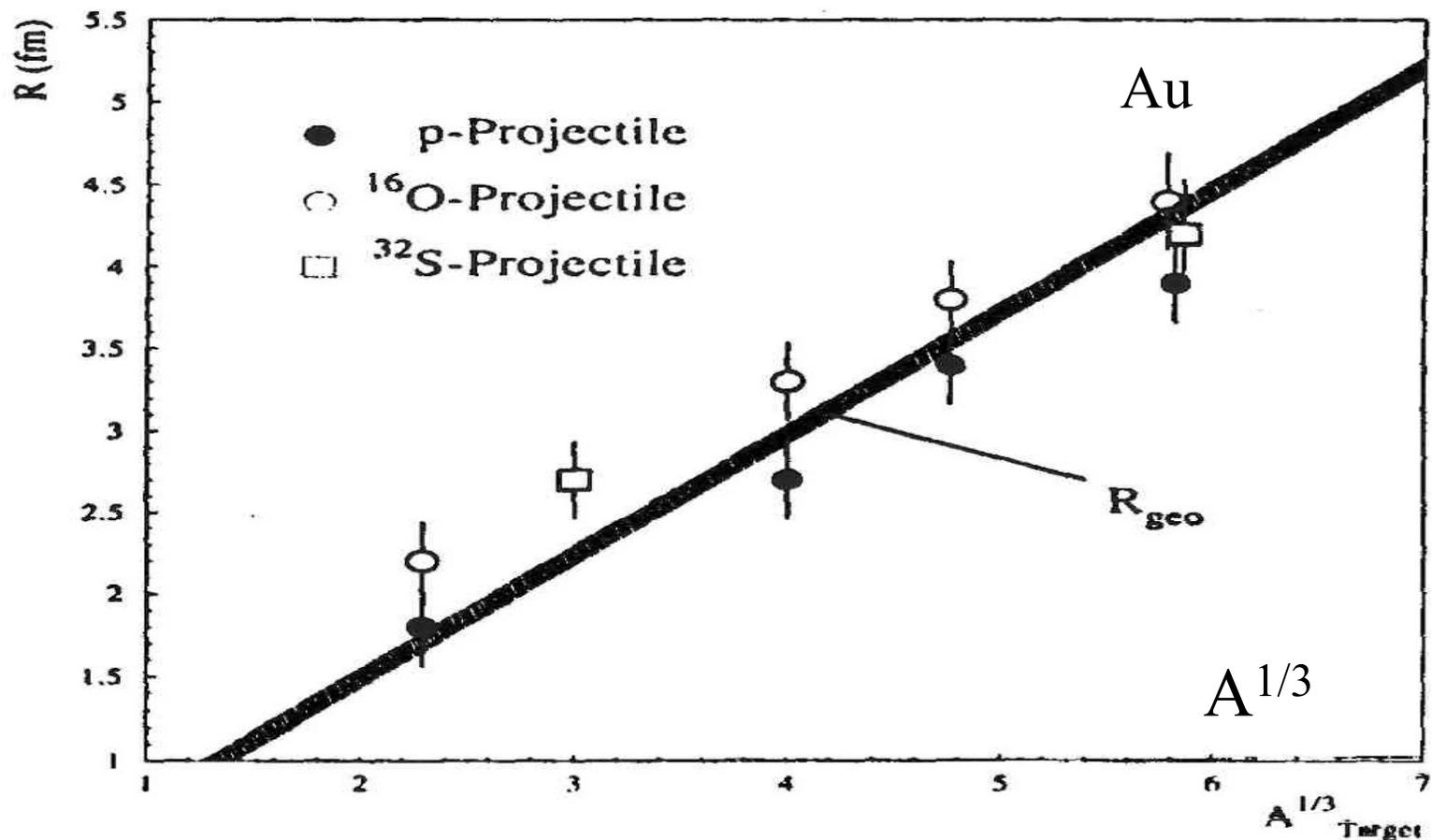


Fig. 4. Target dependence of the radius parameters R for all analyzed reactions with different projectiles. R_{geo} is the geometrical radius of the target nuclei, as explained in the text. The symbols are slightly displaced for the Au-target for clarity

Исследование возбуждённой адронной материи.

Исслед. возбуждённой адронной материи, образованной в АА-взаим.

ЛВЭ ОИЯИ, 1995 г., сотруду. ГИБС.
 $^{24}\text{Mg}_{12} + ^{24}\text{Mg}_{12} \rightarrow \pi\pi + X$; $\mu_{\text{взаим}} = 4,4 \frac{\text{ГэВ}}{c}$ / нук.

Коэф. функции в сист покоя источника
 $c(q) = 1 + \alpha q (-q_1^2 z_1^2 - q_2^2 z_2^2 - q_0^2 T^2)$

Пусть область генерации движется с продольной скор. β . Тогда величины q^* и q (люб сист) связаны преобраз. Лоренца

$$\begin{pmatrix} q_0^* \\ q_1^* \\ q_2^* \end{pmatrix} = \gamma \begin{pmatrix} 1 & -\beta \\ -\beta & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_0 \\ q_1 \end{pmatrix}; \quad q_1^* = q_1$$

Для люб сист имеем коэф. функции.

$$c(q) = 1 + \alpha q [-q_1^2 z_1^2 - (\gamma z_2)(q_2 - \beta q_0) - (\gamma T)(q_0 - \beta q_1)^2]$$

Искомые величины z_1, z_2, T, β .

Аналогичное исслед. выполнено сотруду. NA49 (ЦЕРН, 1998 г.)

$^{208}\text{Pb} + ^{208}\text{Pb} \rightarrow \pi\pi + X$; $\mu_{\text{взаим}} = 158 \frac{\text{ГэВ}}{c}$ / нук.

Измерена также температур T источника и скорость поперечного течения β_{\perp}

$$z_1 = z_1(\beta_{\perp}, \chi_{\pi\pi}, \chi_{\text{SOURCE}})$$

$$\chi_{\pi\pi} = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \beta_{\pi\pi}}{1 - \beta_{\pi\pi}}; \quad \chi_{\text{SOURCE}} = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \beta}{1 - \beta}$$

ЛВЭ ОИЯИ, 1995 г.



Результат

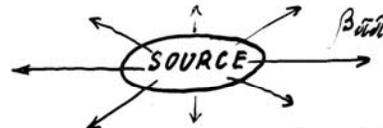
$$z_1 \approx 3,0 \pm 0,1 \text{ фм}$$

$$z_2 \approx 4,5 \pm 0,1 \text{ фм}$$

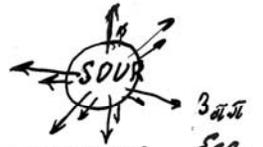
$$T \approx 2,5 \pm 0,3 \text{ фм}$$

β - зависит от $\chi_{\pi\pi}$

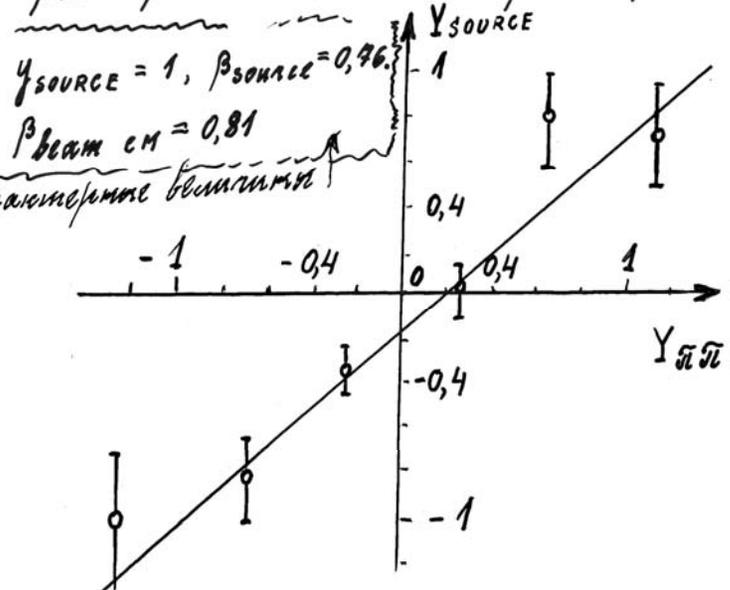
не зависят от $\chi_{\pi\pi}$



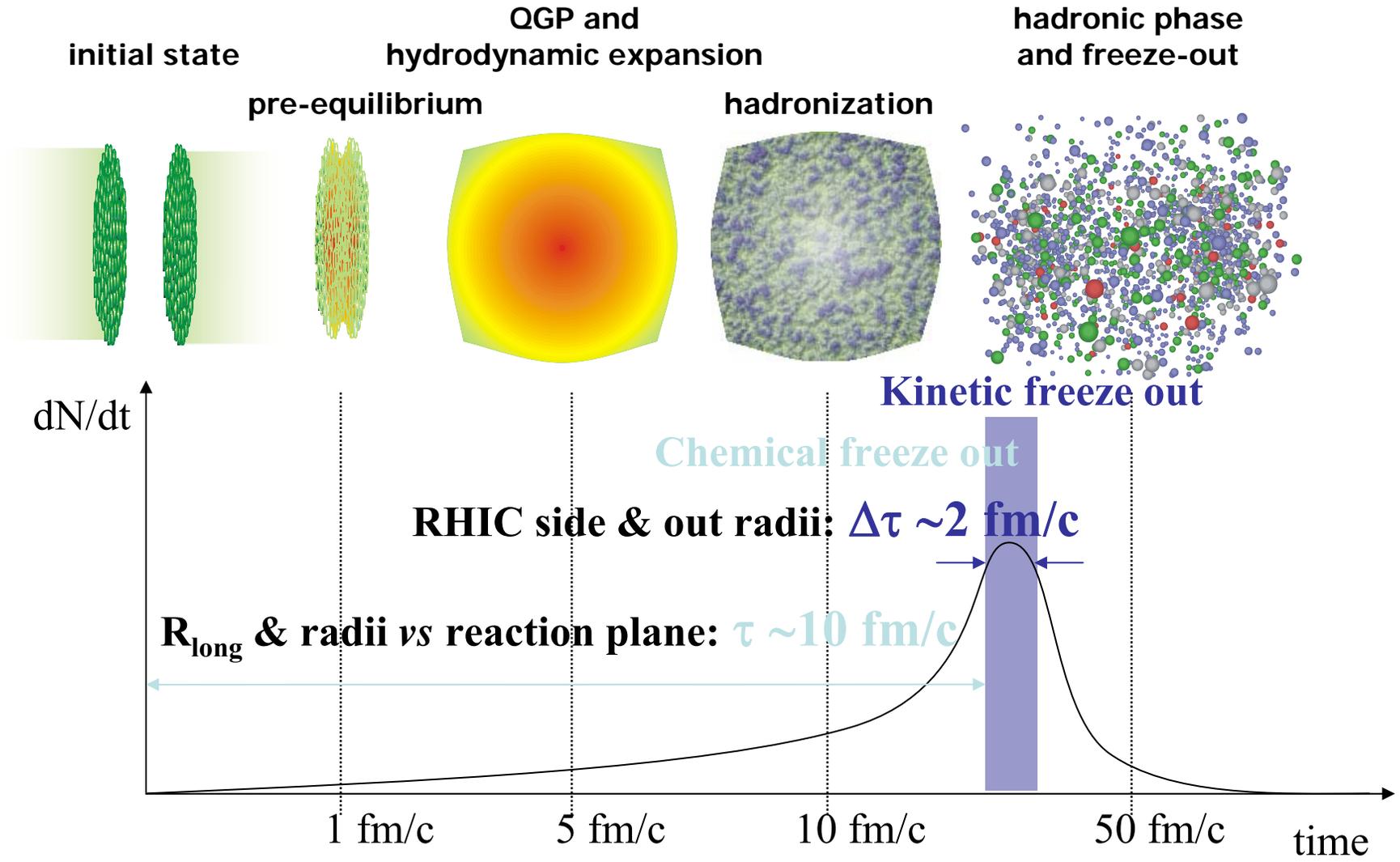
Источник с продольн. расширением



Источник без расширения.



Expected evolution of HI collision vs RHIC data



Исследование гиперядер.

- Пучки релятивистских ядер ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$, ${}^{6,7}\text{Li}$.
- Измерены времена жизни и распадные характеристики гиперядер

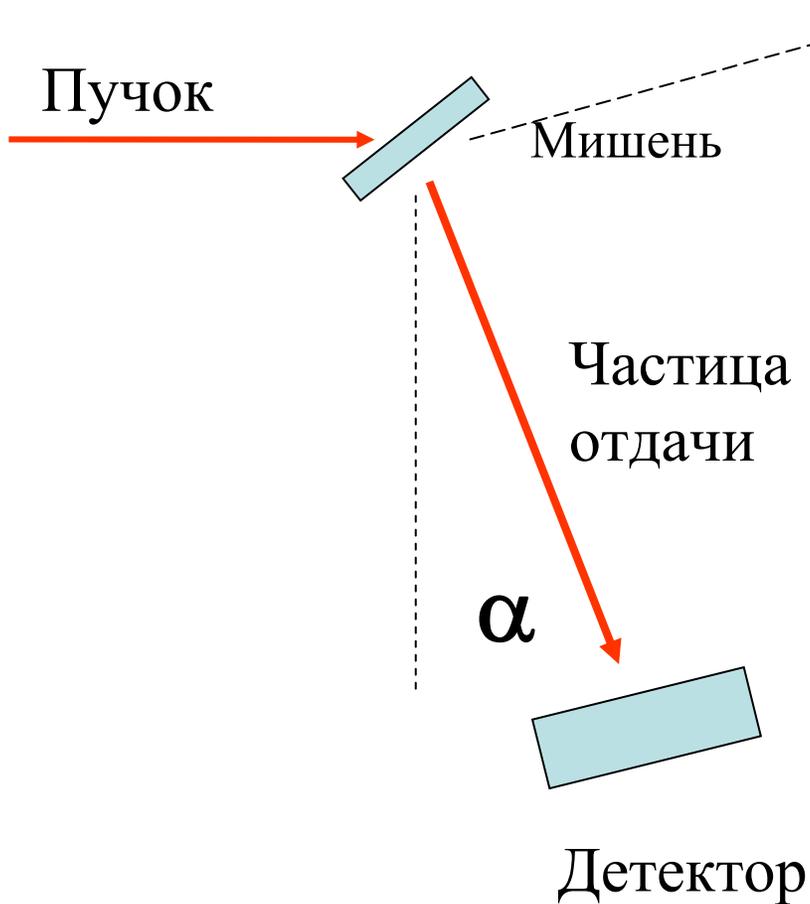


Типичная реакция: $\text{Li} + \text{C} = {}_{\Lambda}^4\text{H} + \text{X}.$



Исследование
упругого рассеяния
пионов и протонов.

Метод тонкой внутренней мишени



$$\Delta E_- < \Delta E_+; \quad \theta_{MS} < \theta_{ACC}$$

$$h_{TG} \approx 1 \text{ мсм } CH_2.$$

$$I_{EFF} = I_{ACC} \times N_{MULTITRAV};$$

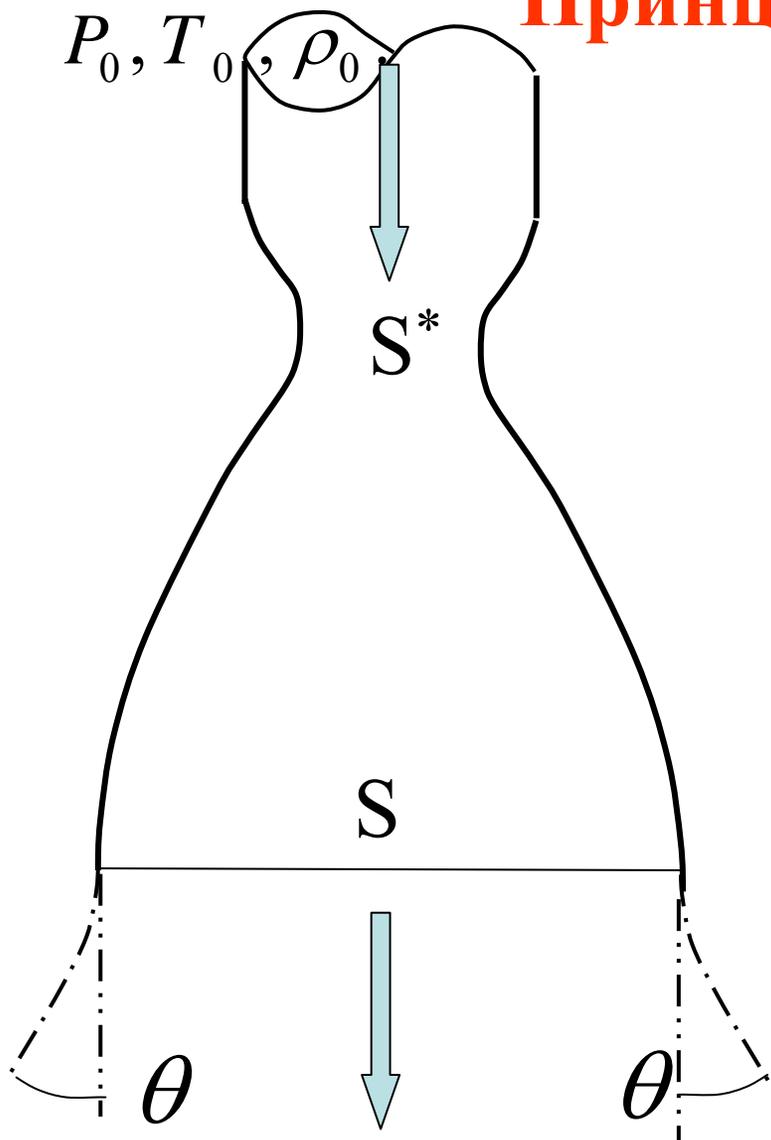
$$N_{MULTITRAV} \approx 10^5.$$

$$\Delta\theta_{RES} = \theta_{EL} - \theta_{INEL} \approx 5 \times 50 \text{ мr},$$

$$P_{RECOIL} \approx 2m_{TAR} \cdot \alpha.$$

—indep of energy

Принцип работы сопла Лаваля.



If $\frac{S}{S^*} \rightarrow \infty$, then $M = V / a \rightarrow 0$

$P, T, \rho \rightarrow 0$. a – velocity of sound.

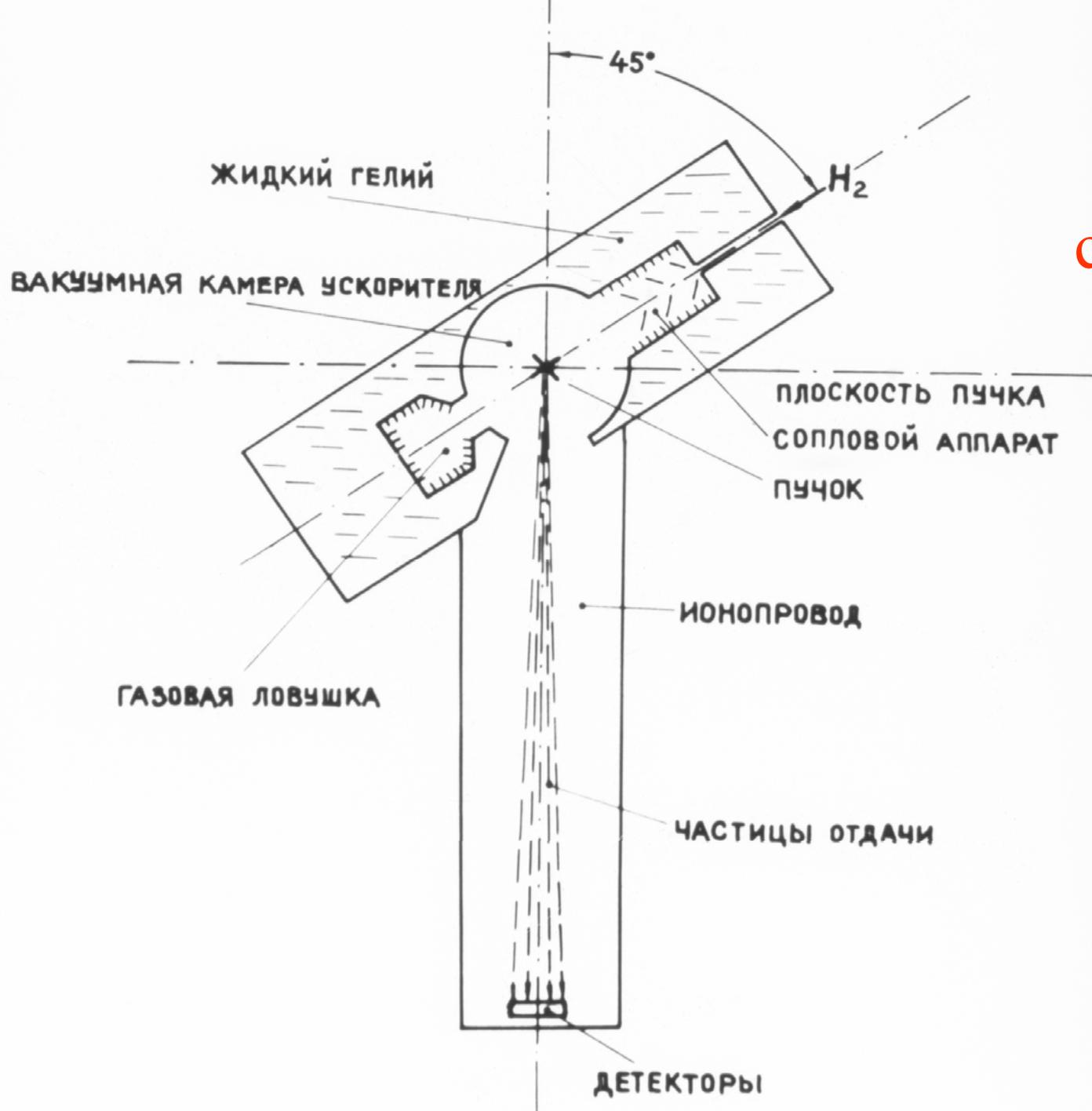
$$a = \sqrt{\frac{dP}{d\rho}} = \sqrt{\gamma R T}.$$

$$V \rightarrow V_{\text{lim}} ; \theta \rightarrow 0;$$

$$V_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma - 1} R T_0}$$

M	ρ / ρ_0	T/T ₀	P/P ₀	S*/S	Theta
1	0,63	0,83	0,52	1	130°
3	0,08	0,35	0,03	0,2	80°
4	0,027	0,23	0,006	0,1	64°

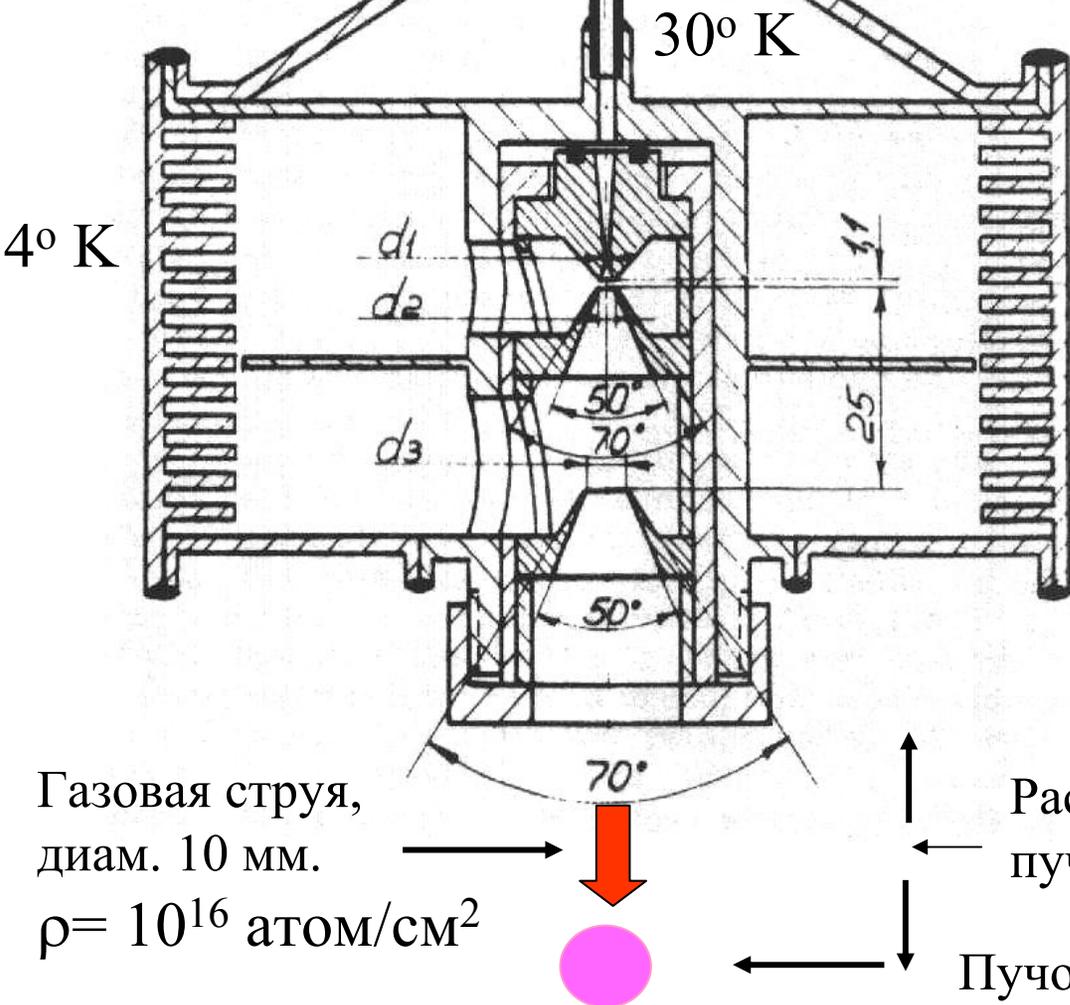
Схема
установки
со струйной
мишенью.



H₂, D₂, He, Xe

Схема соплового аппарата мишени.

Струйная газовая сверхзвуковая мишень в вакуумной камере циклического ускорителя.



$$L = I \cdot \rho; \quad I = I_{acc} \cdot N_{mult, trav}$$

$$I_{acc} = 10^{12}; \quad N_{mult, trav} = 10^5 \text{ s}^{-1}$$

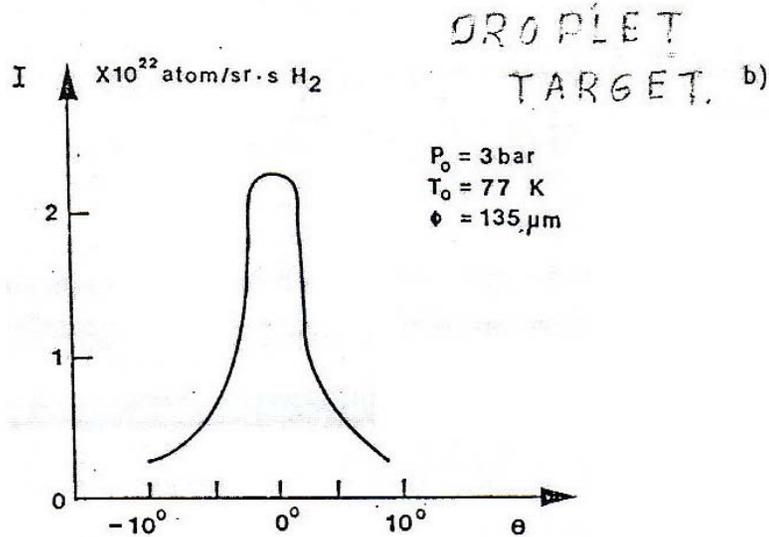
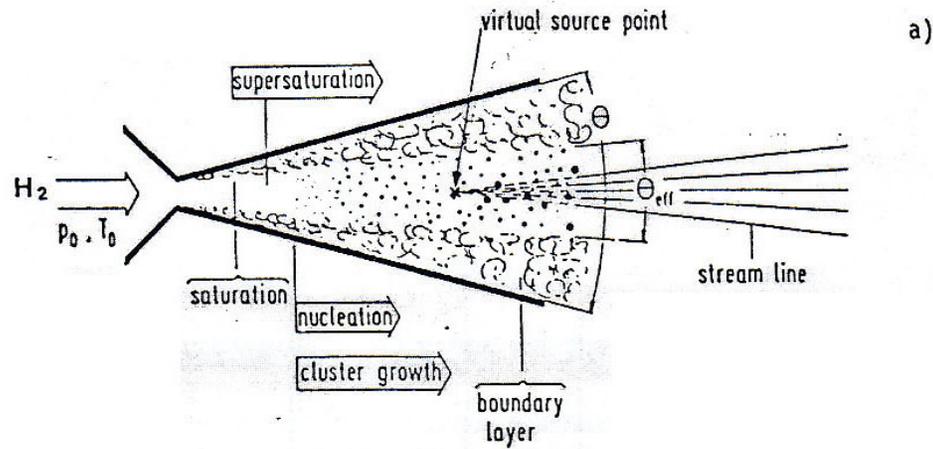
$$L = 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$N_{pp, scatt} = 4 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$$

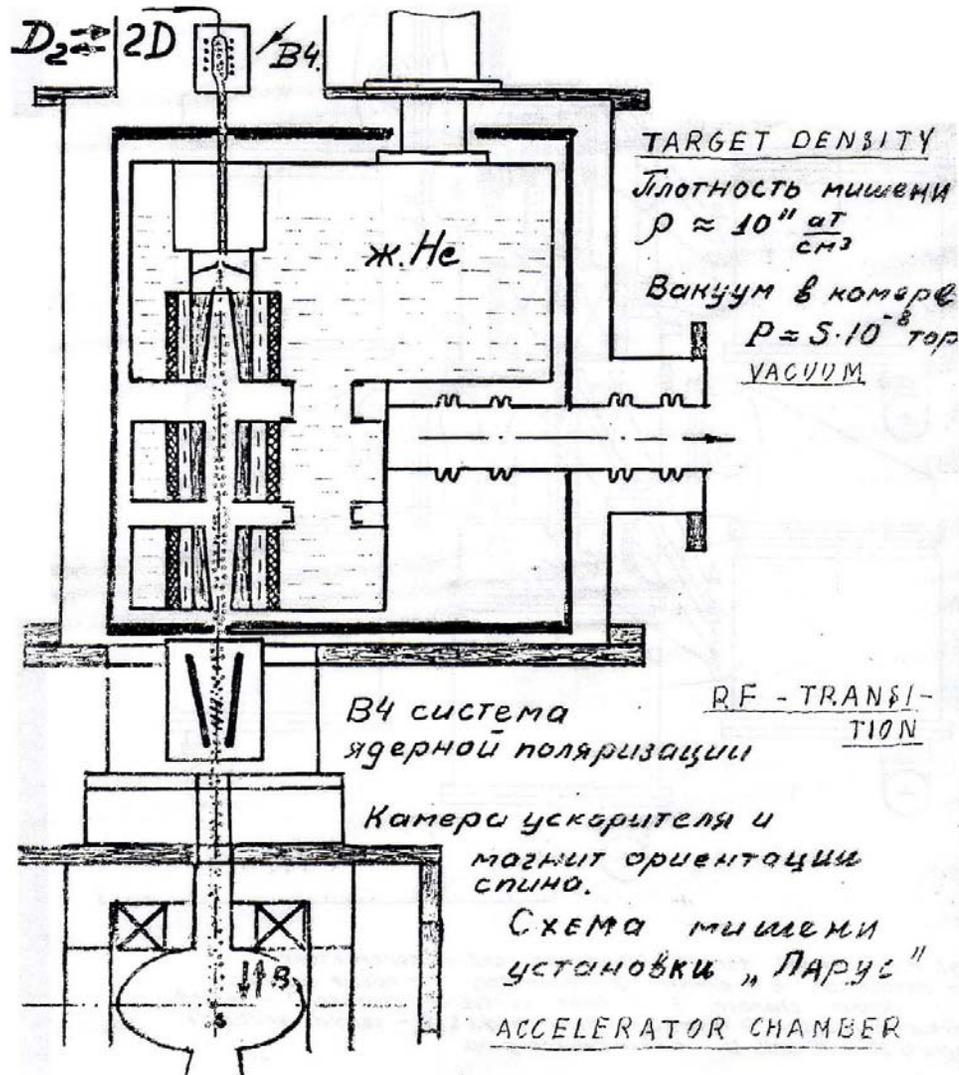
CERN ISR, SPS.

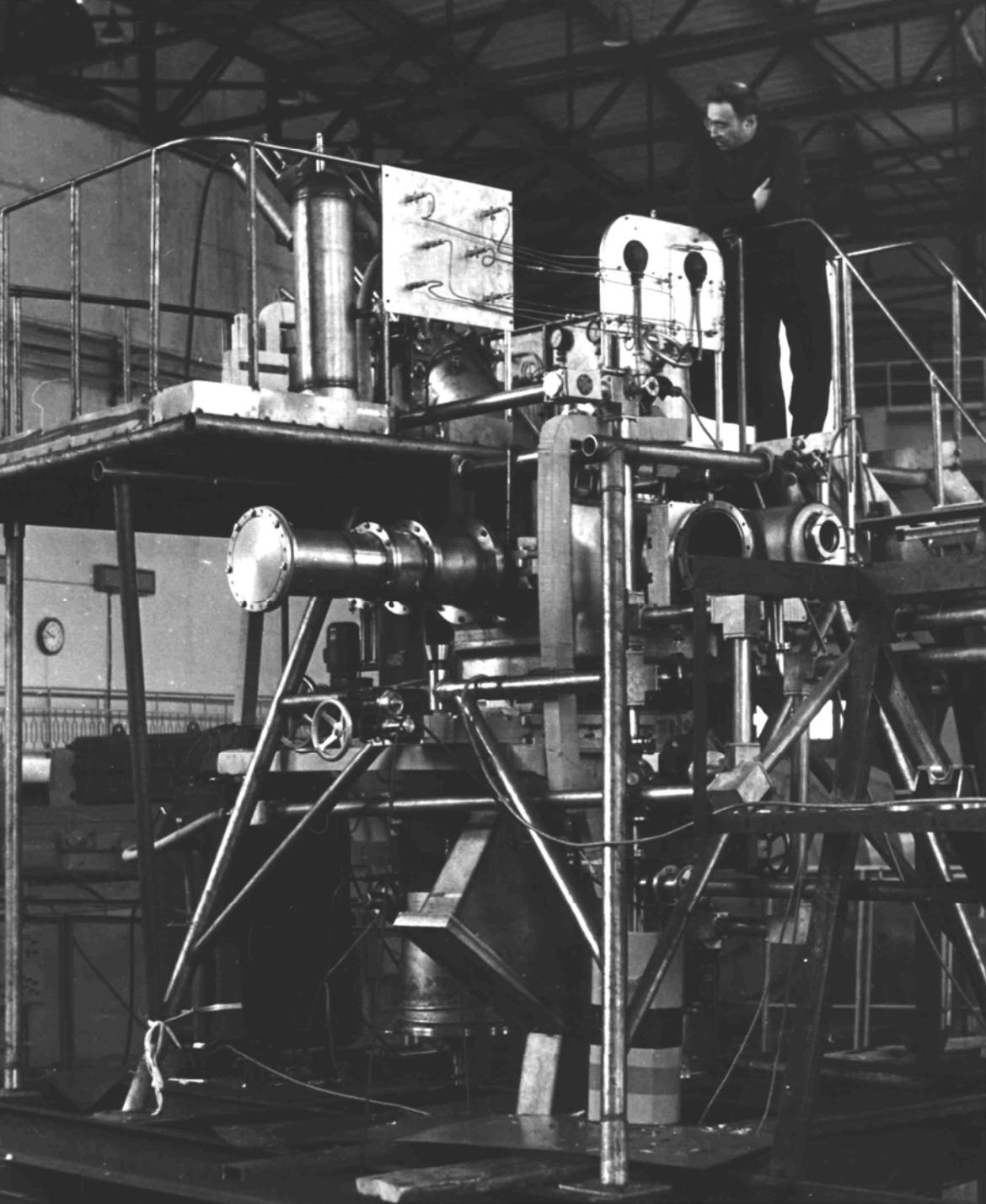
84

Сопловой аппарат
на SPS
в ЦЕРН



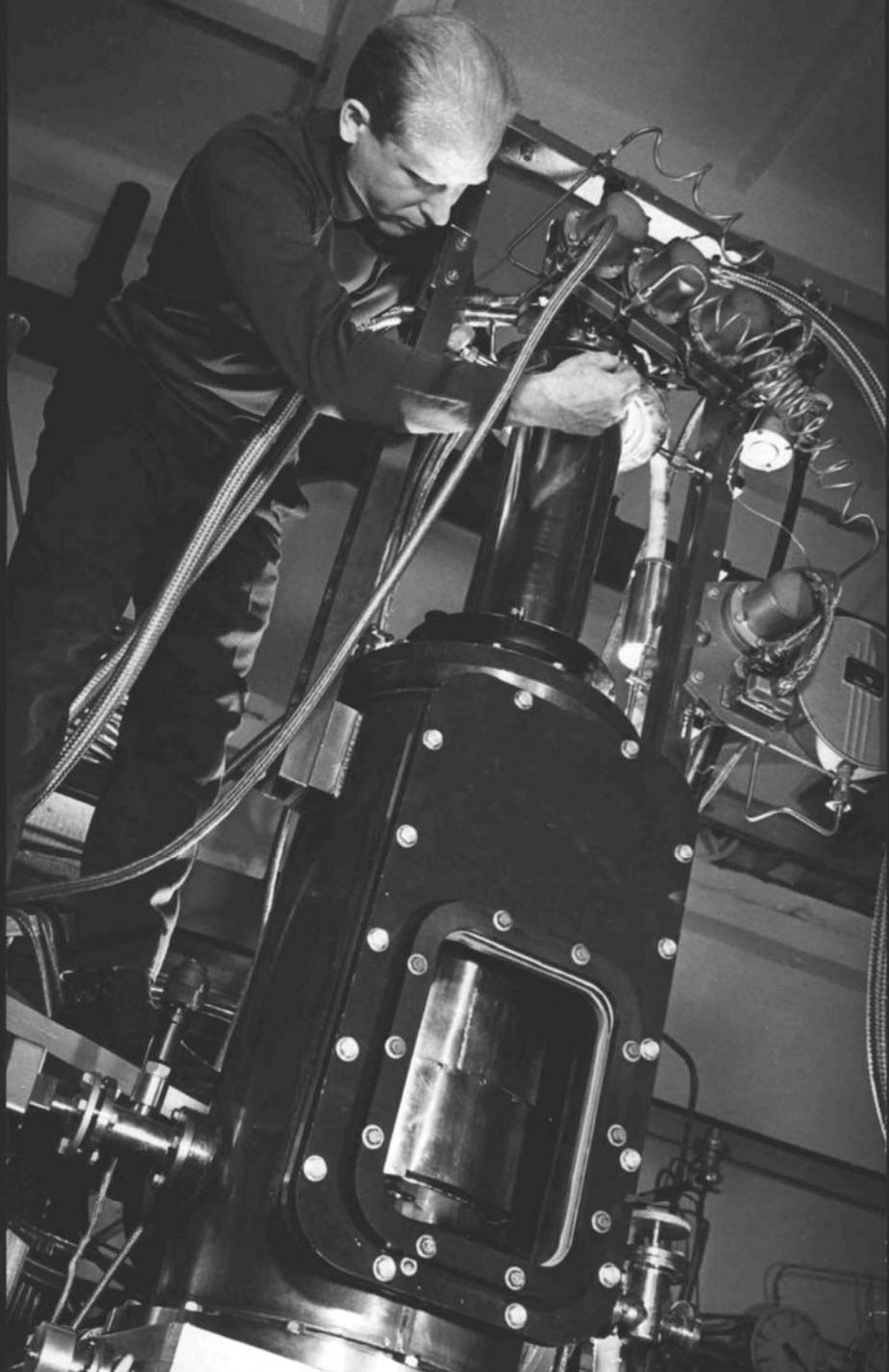
Струя поляризованного водорода



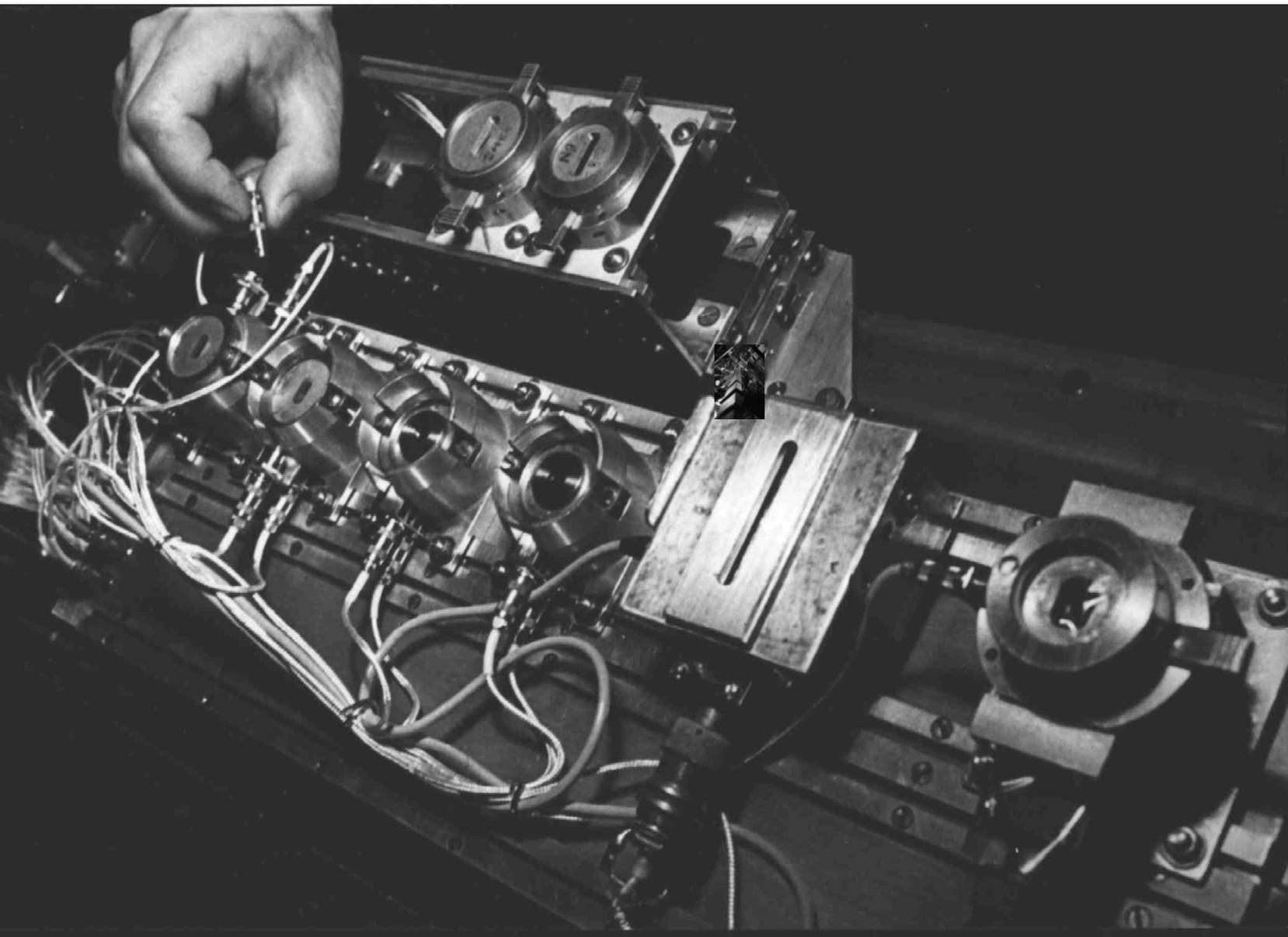








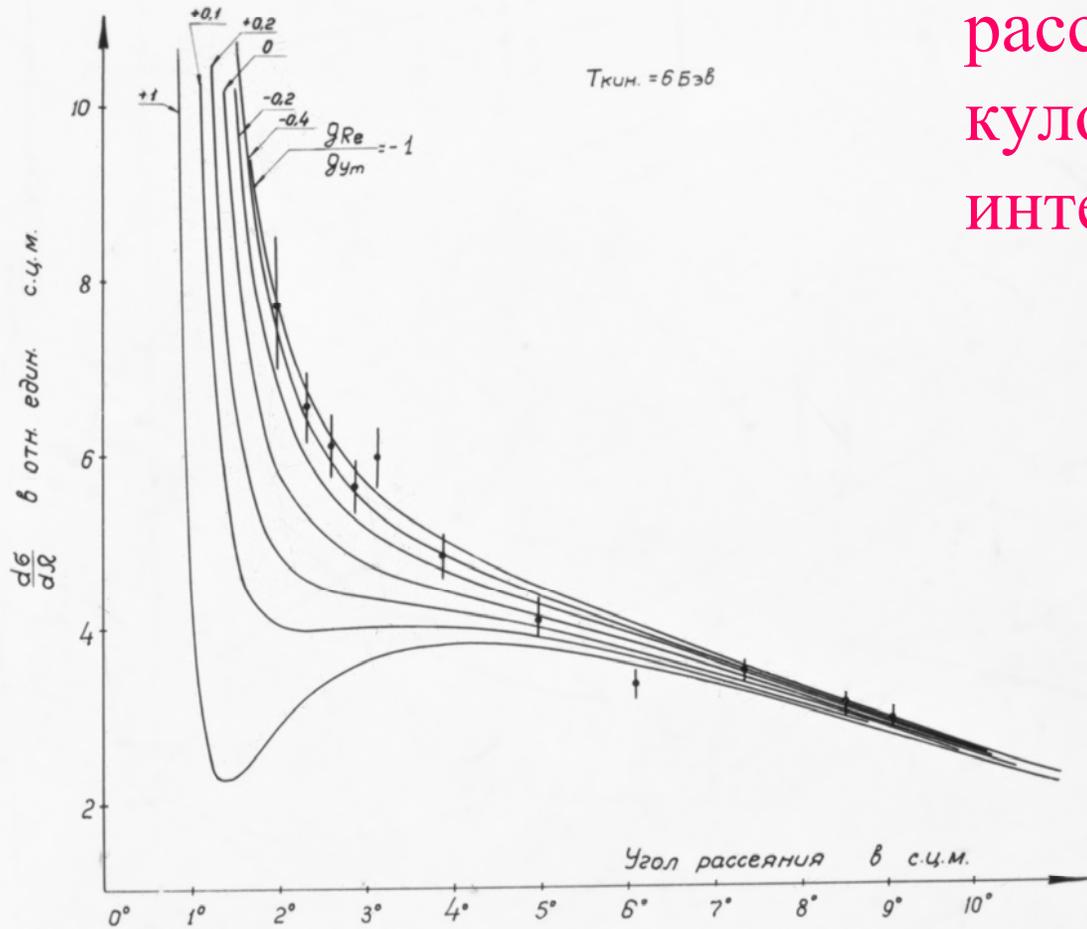
Полупроводниковые детекторы в установке
«Спектрометр ядер отдачи» на ускорителях СФ и У-70.



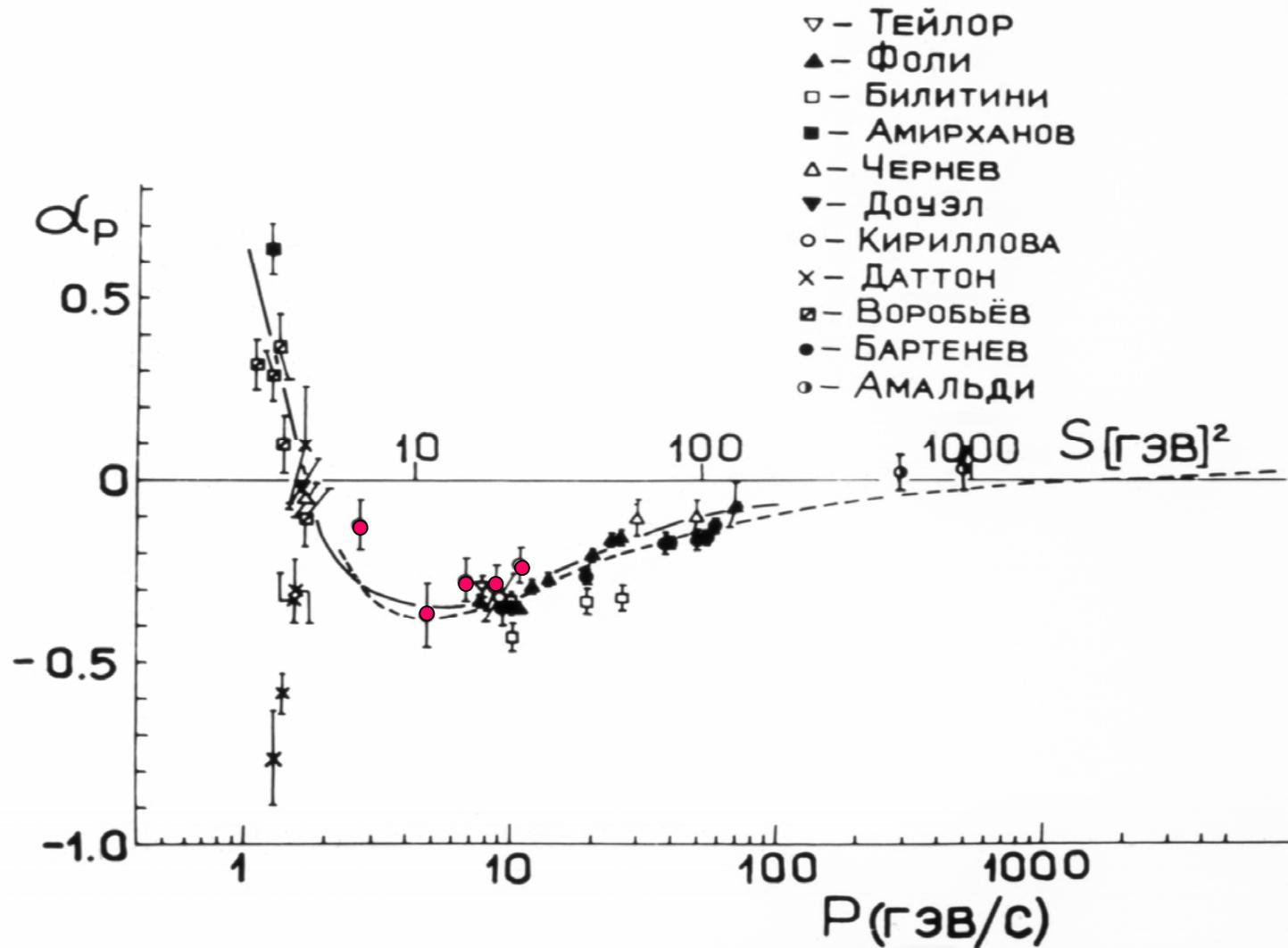


Директор
ФНАЛ
Роберт
Вильсон
в ЛВЭ на
установке
«Спектрометр
ядер отдачи» .

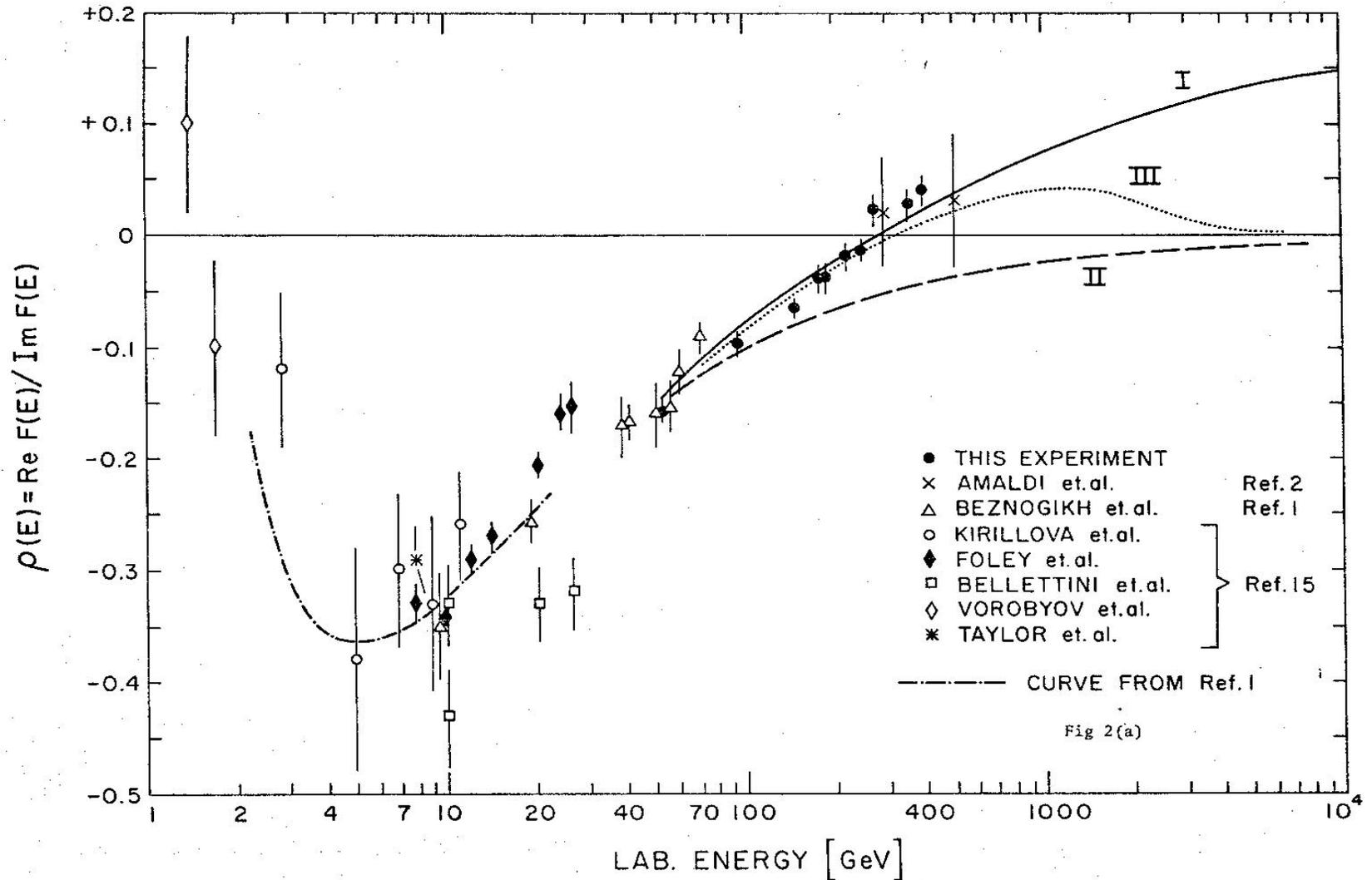
Дифференциальное сечение упругого рр рассеяния в области кулон-ядерной интерференции.



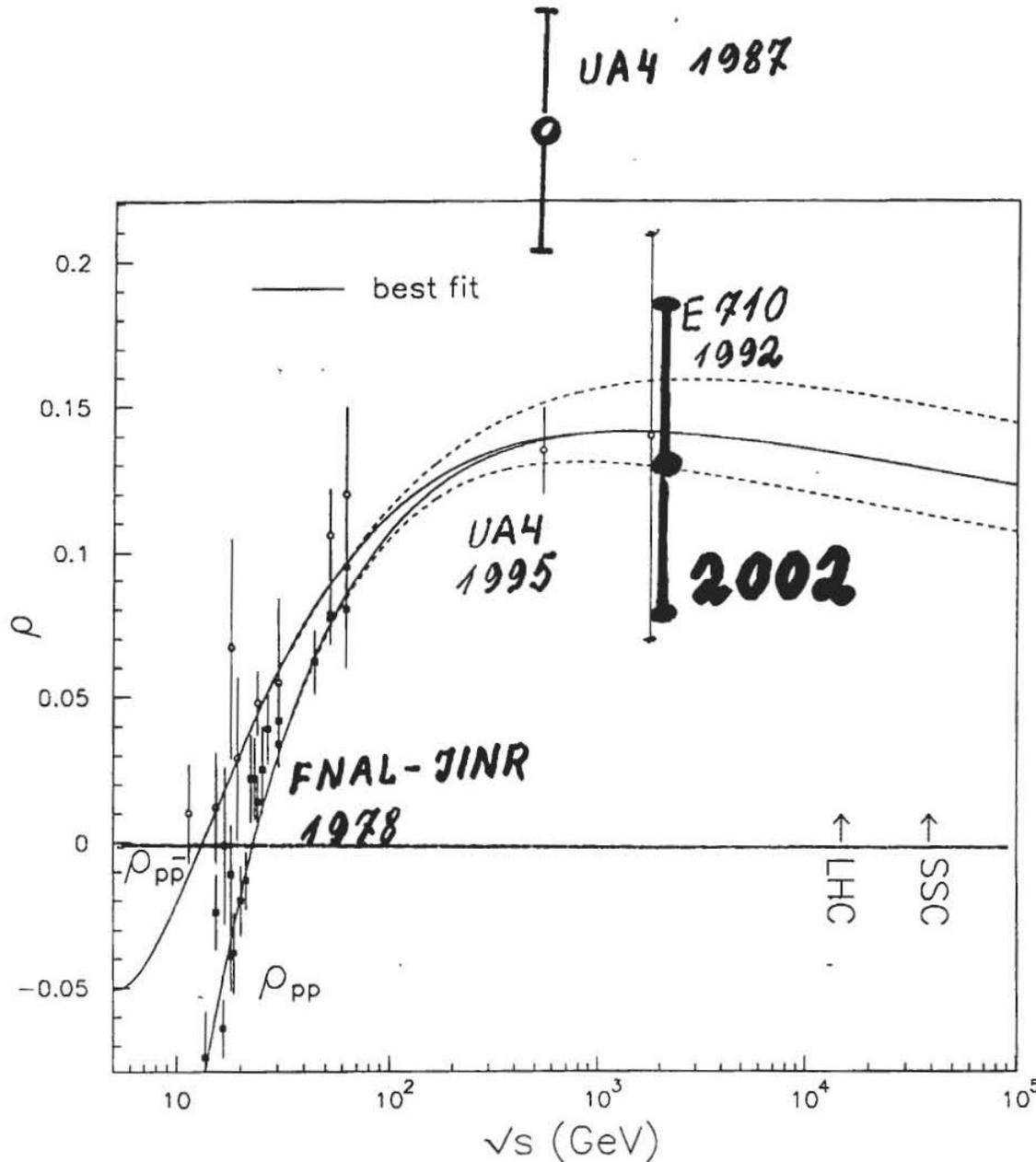
Действительная часть амплитуды pp рассеяния.



Compilation of the rho-parameter data

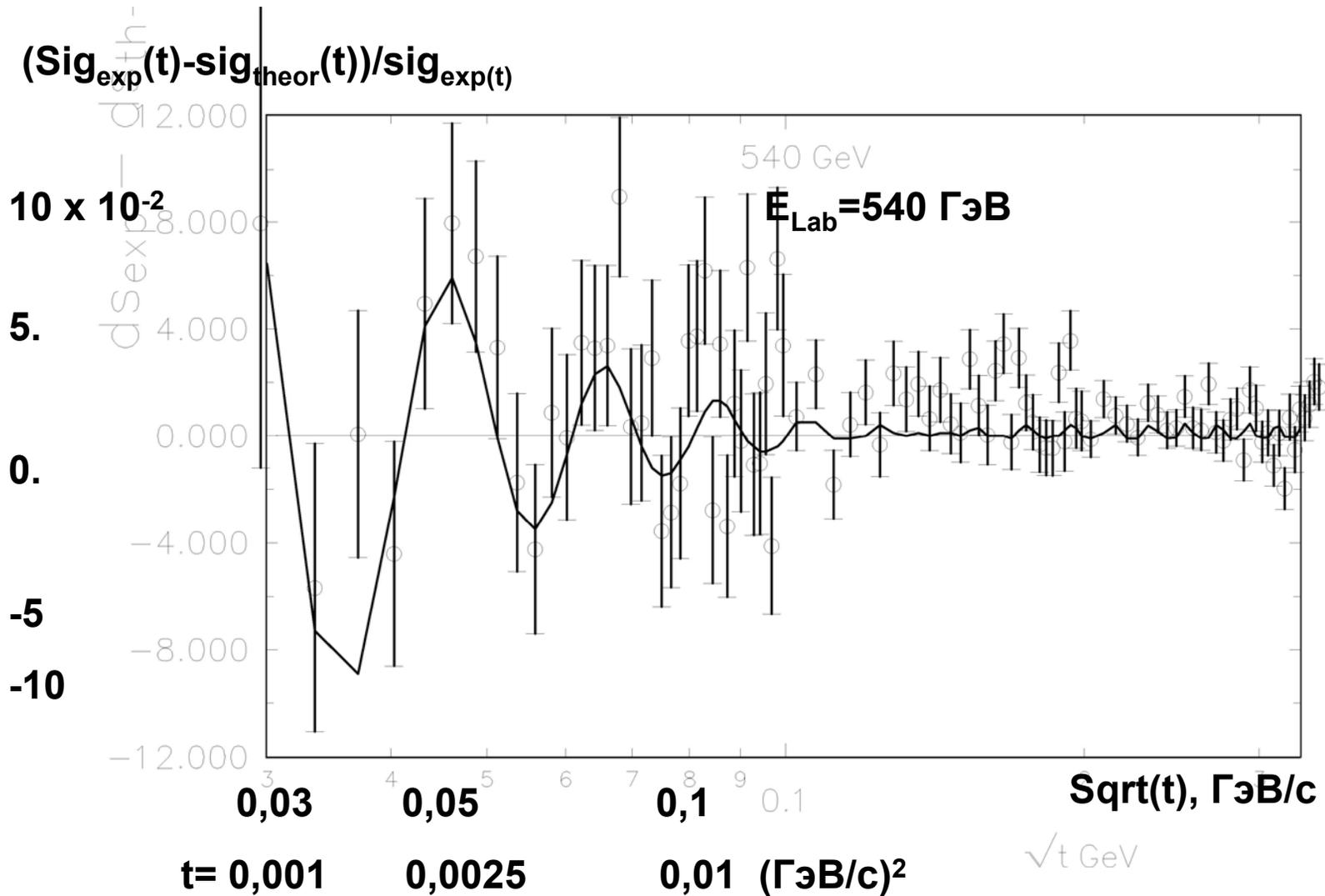


Compilation of the rho-parameter data.

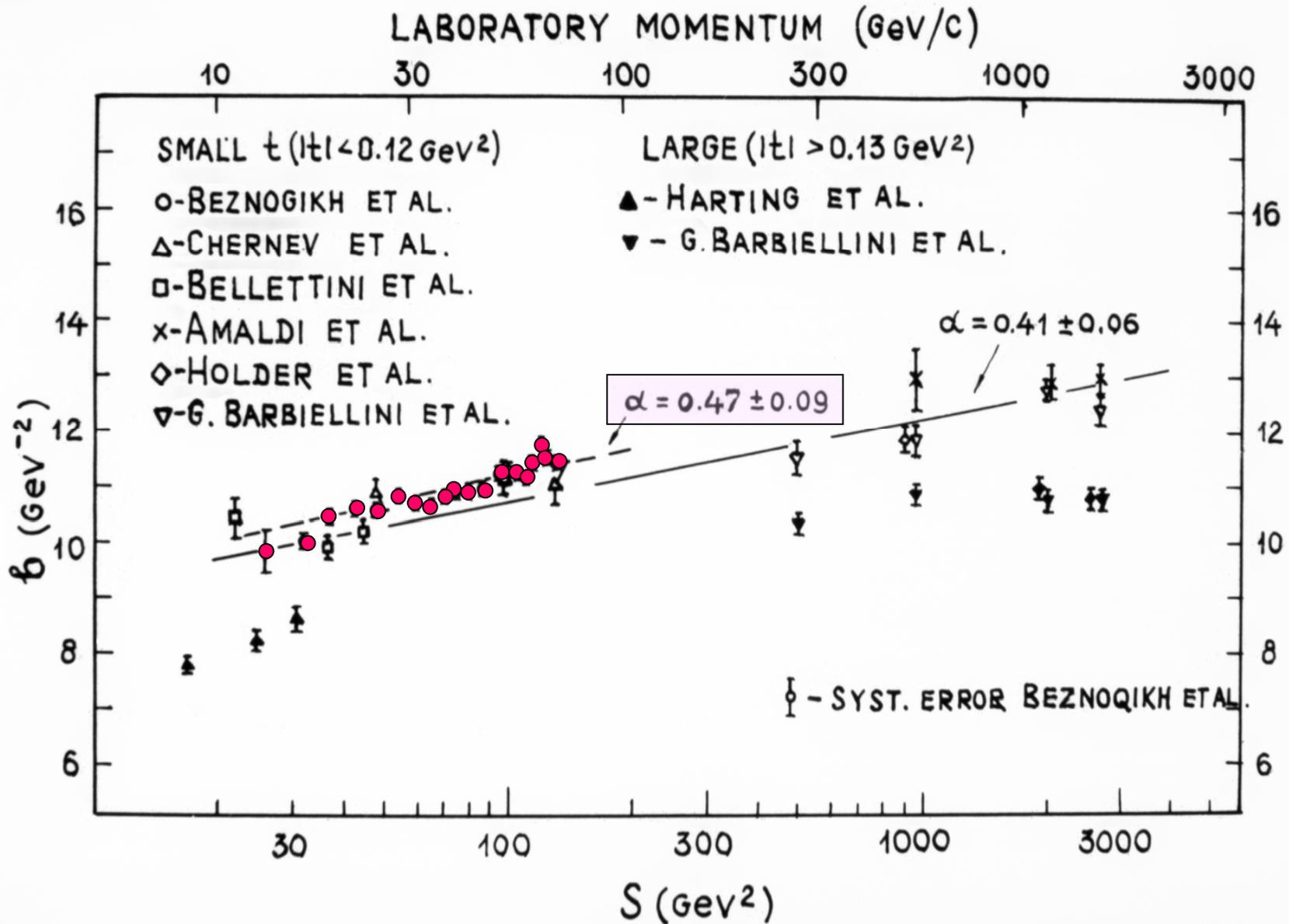


Expected accuracy of the present proposal.

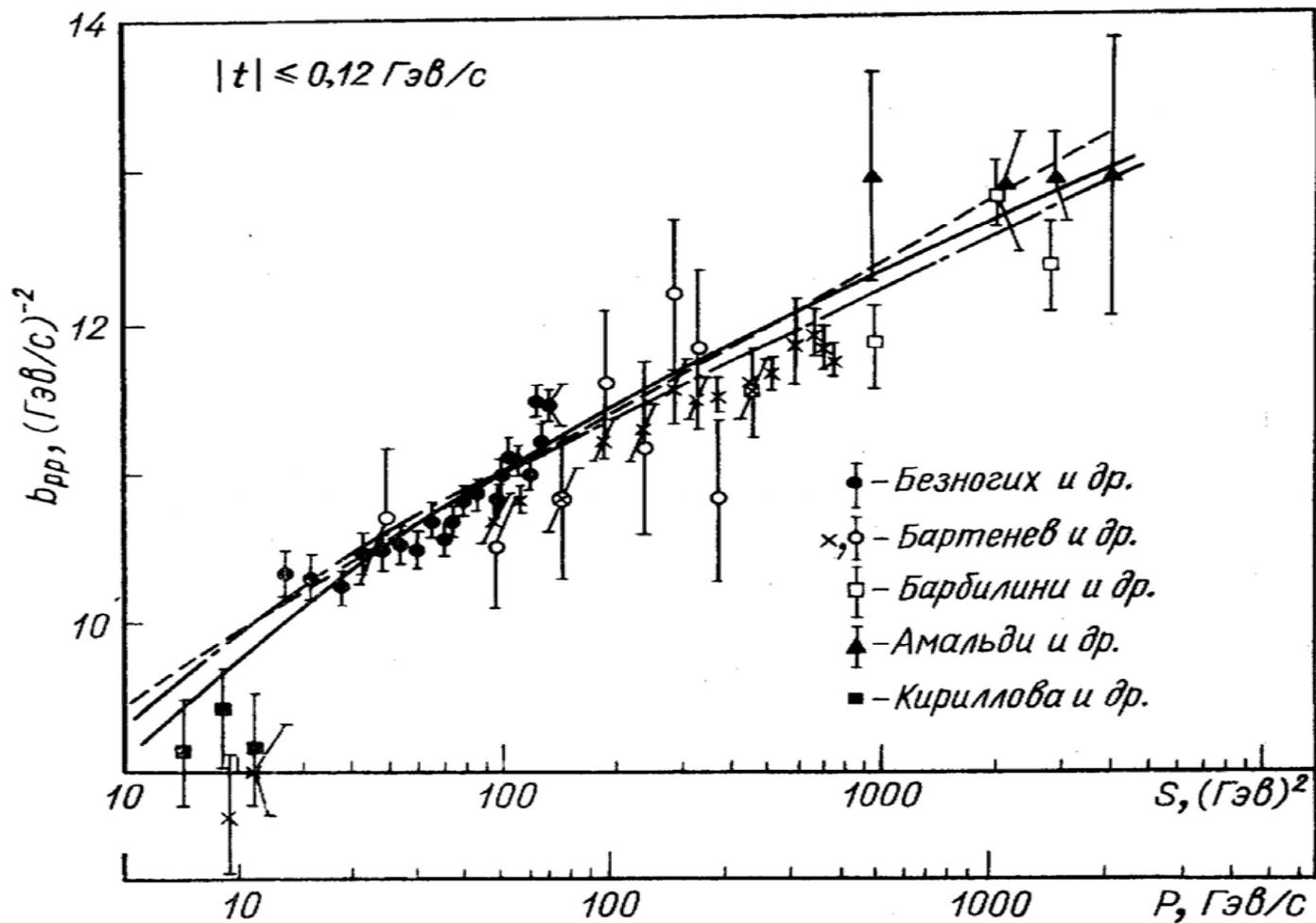
Indication of the structure of differential cross section at small t



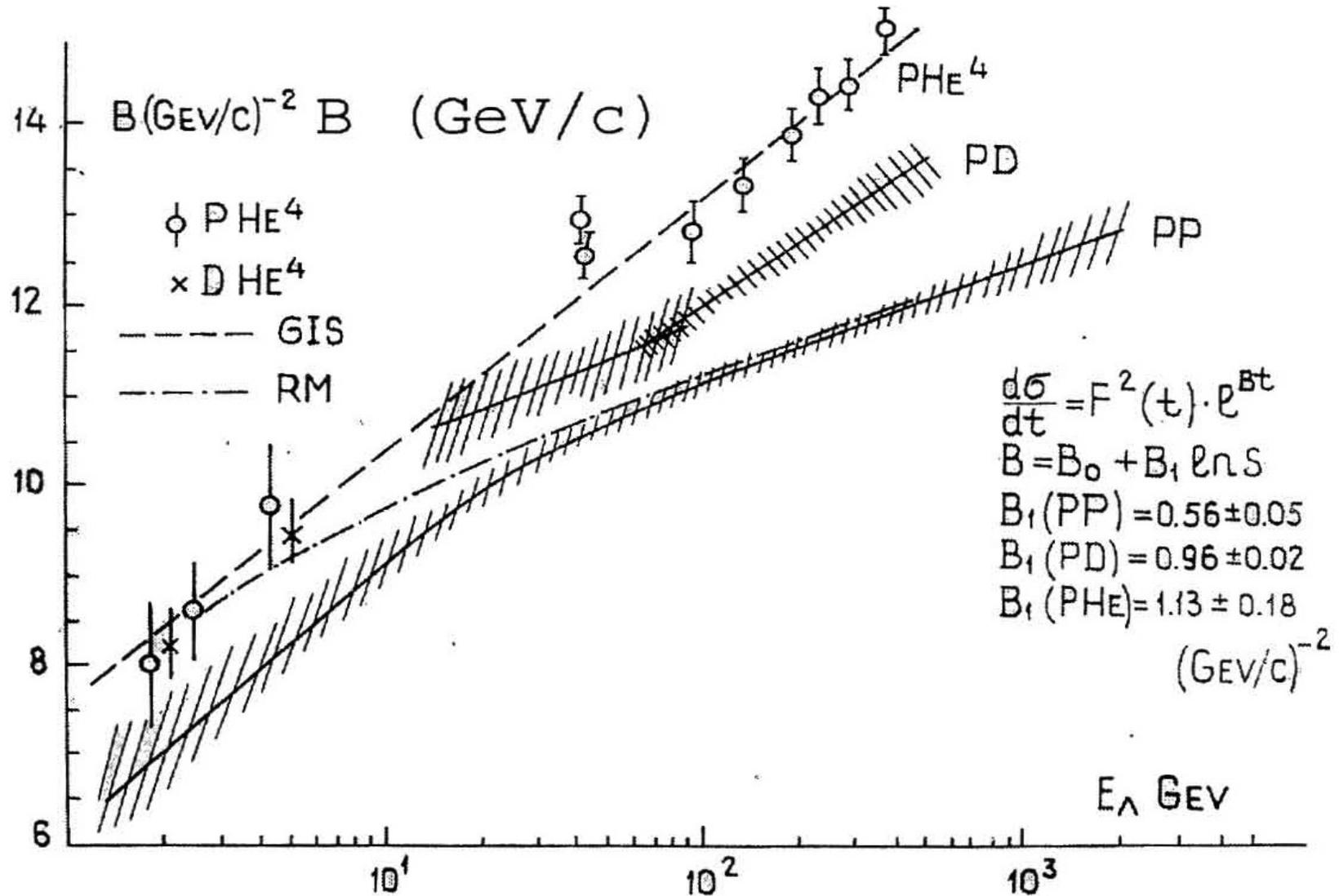
История измерения b -параметра упругого pp рассеяния.

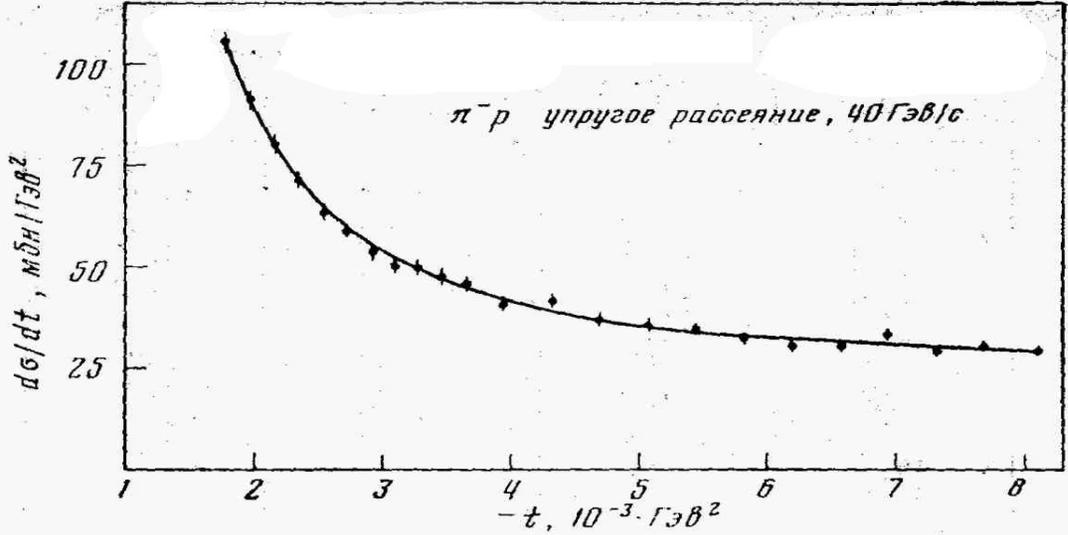


Compilation of the b-parameter data.



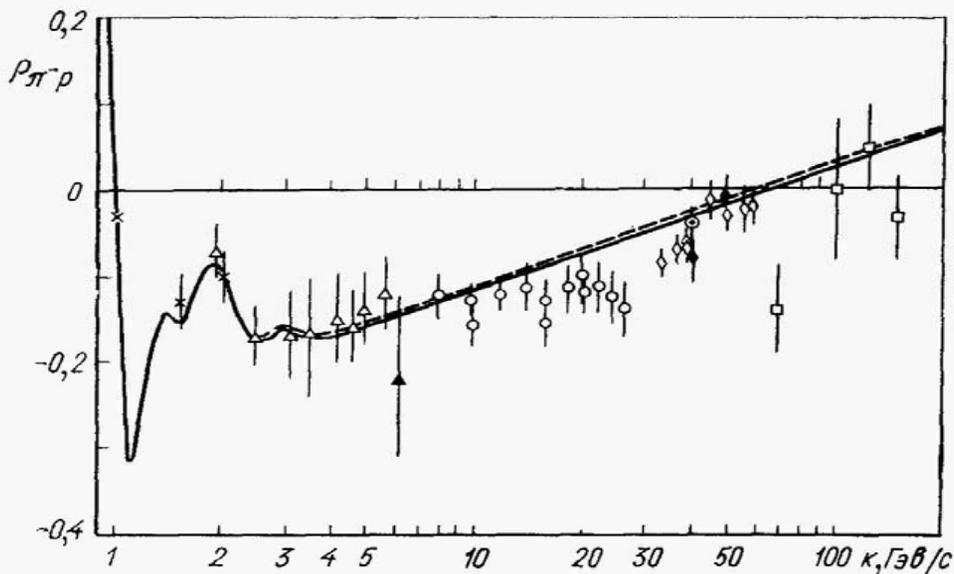
Compilation of b-parameter data on pA elastic scattering





Действительная часть
 амплитуды упругого
 πp – рассеяния.
 Метод:
 камера Вильсона и
 искровой спектрометр.

Рис. 2. Измеренное дифференциальное сечение. Кривая –
 результат фитирования с параметрами: $\rho = -0,037$, $b =$
 $= 12 \text{ Гэв}^{-2}$, $N = 0,997$



Н.Н.Говорун, Л.Н.Струнов и др.,
 препринт ОИЯИ Е1-7552, 1973.

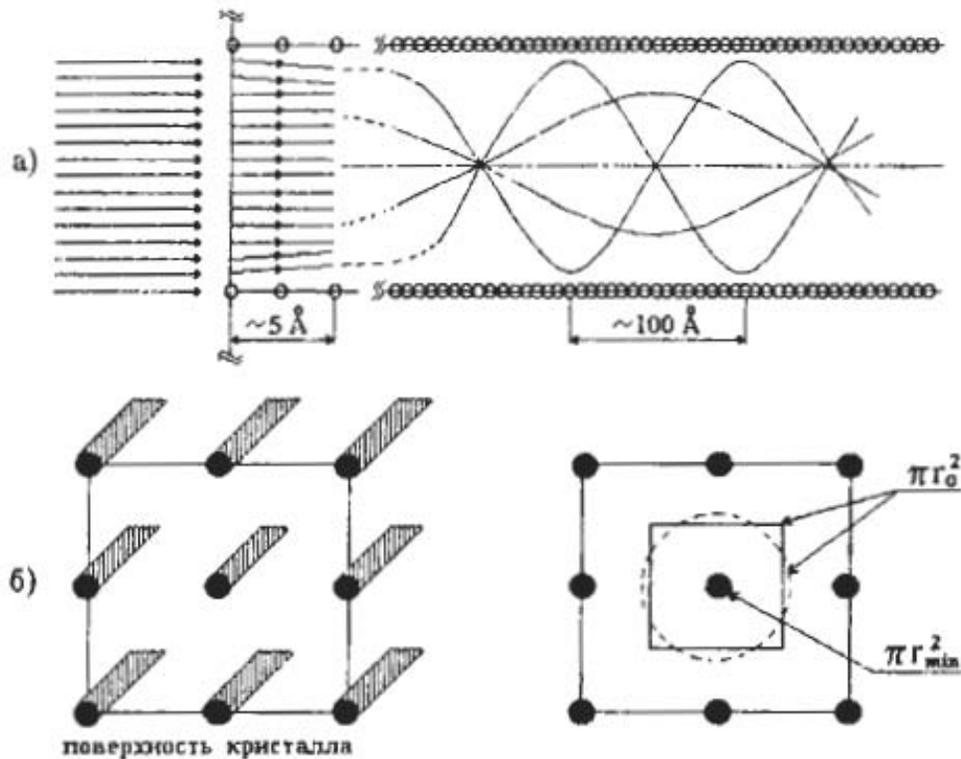
Рис. 12. Функция $\rho(E) = \text{Re } A / \text{Im } A$ для πp -упругого рассеяния.
 Сплошная и пунктирная кривые вычислены по дисперсионным соотношениям

И.В.Чувило и Л.Н.Струнов на установке с камерой Вильсона.



Фото 7. Слева направо: Ким Хи Ин (КНДР), Л. Н. Струнов, И. В. Чувило, Г. Г. Воробьев в ожидании импульса срабатывания камеры Вильсона

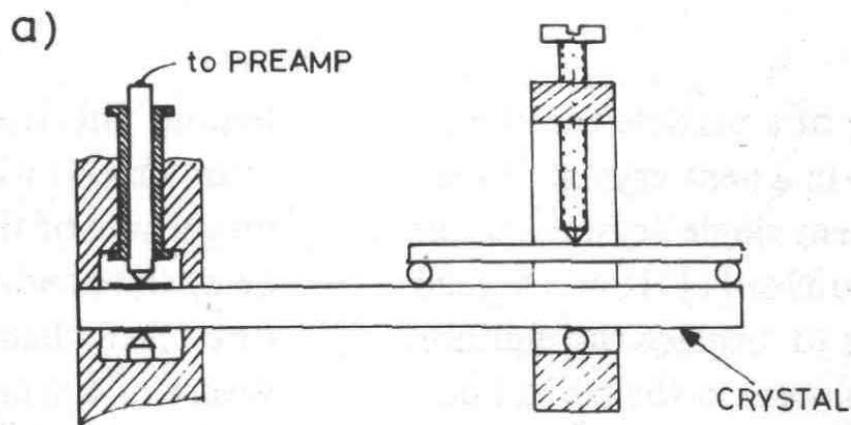
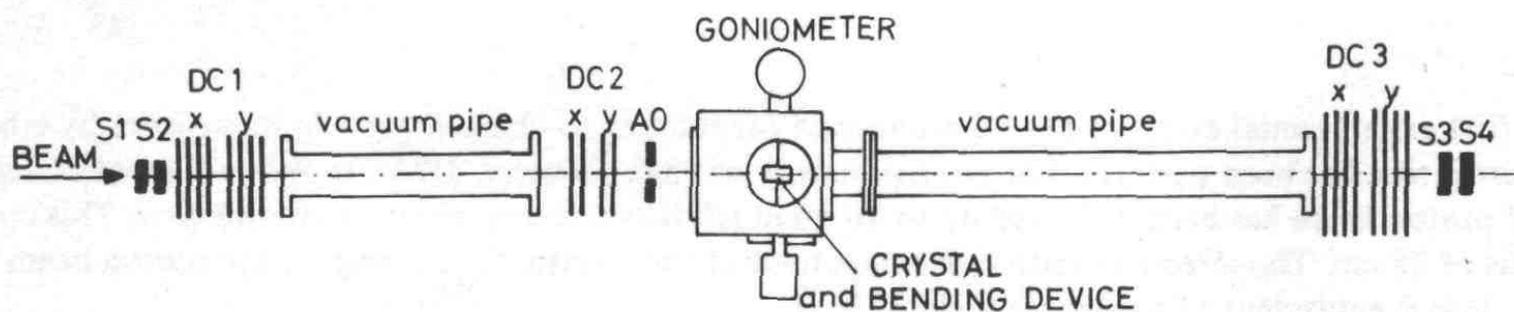
Управление пучком заряженных частиц с помощью изогнутого кристалла.



юстрация процесса каналирования (а) и вид спереди
л (б).

длюстрирует процесс каналирования в котором час

Установка на пучке протонов 8 ГэВ в ЛВЭ для наблюдения отклонения пучка в изогнутом кристалле.



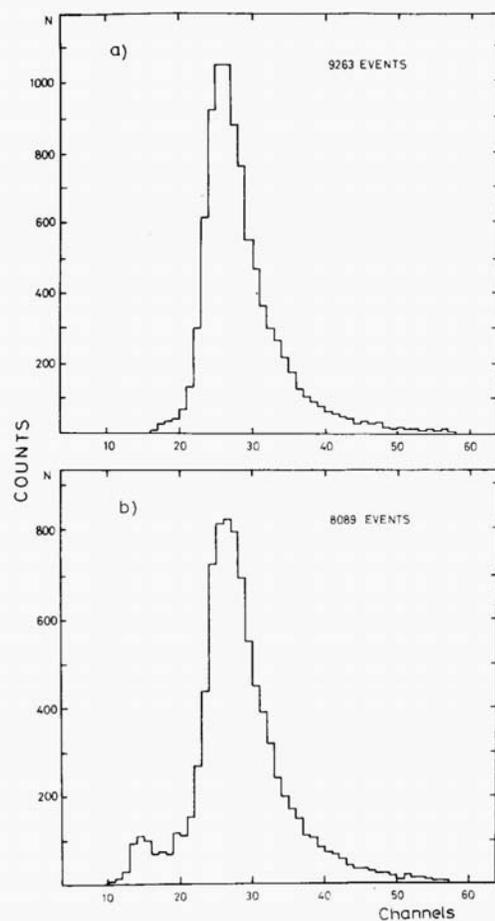


Fig. 2. Energy loss distribution as measured by the silicon semiconductor detector: (a) crystal oriented randomly with respect to the primary beam direction; (b) crystallographic plane (111) oriented along the beam direction (planar channeling).

ture makes it possible to orient the crystal and select particles that have been involved in the channeling processes.

With the crystal aligned along the beam direction

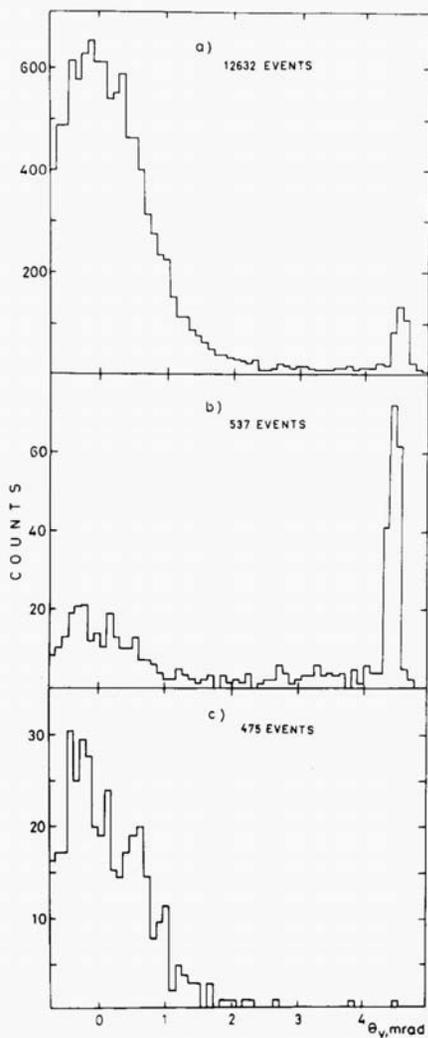
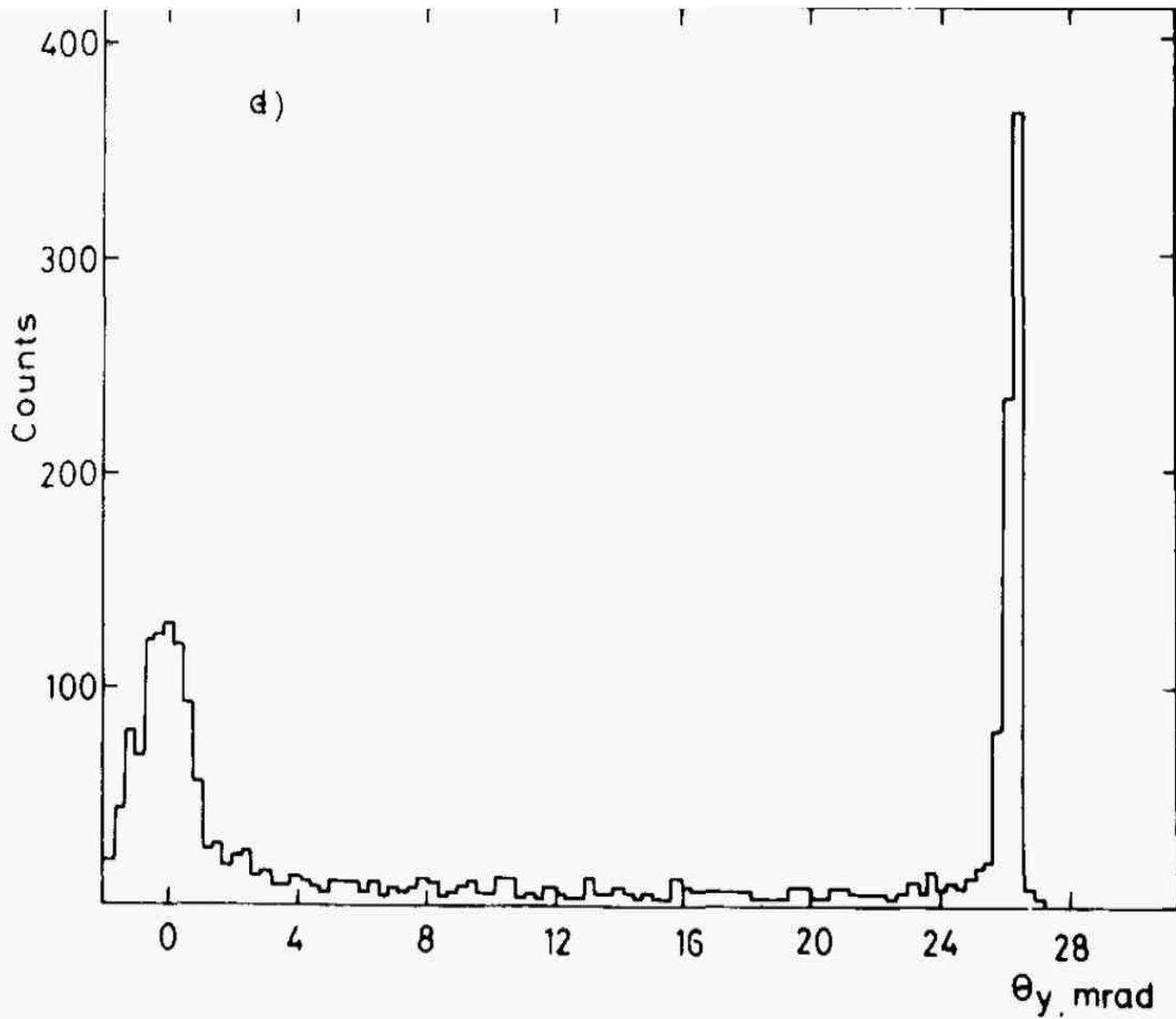


Fig. 3. (a) Angular distribution in the vertical plane for outgoing protons from a crystal bent at 4.5 mrad. (b) The same as in (a) except that only channeled particles were selected. (c) The same as in (a) except that only nonchanneled particles were selected.



... distributions in the vertical plane for protons using various crystal bending angles and
(b) 1.0 mrad, (c) 3.0 mrad, (d) 26.0 mrad.

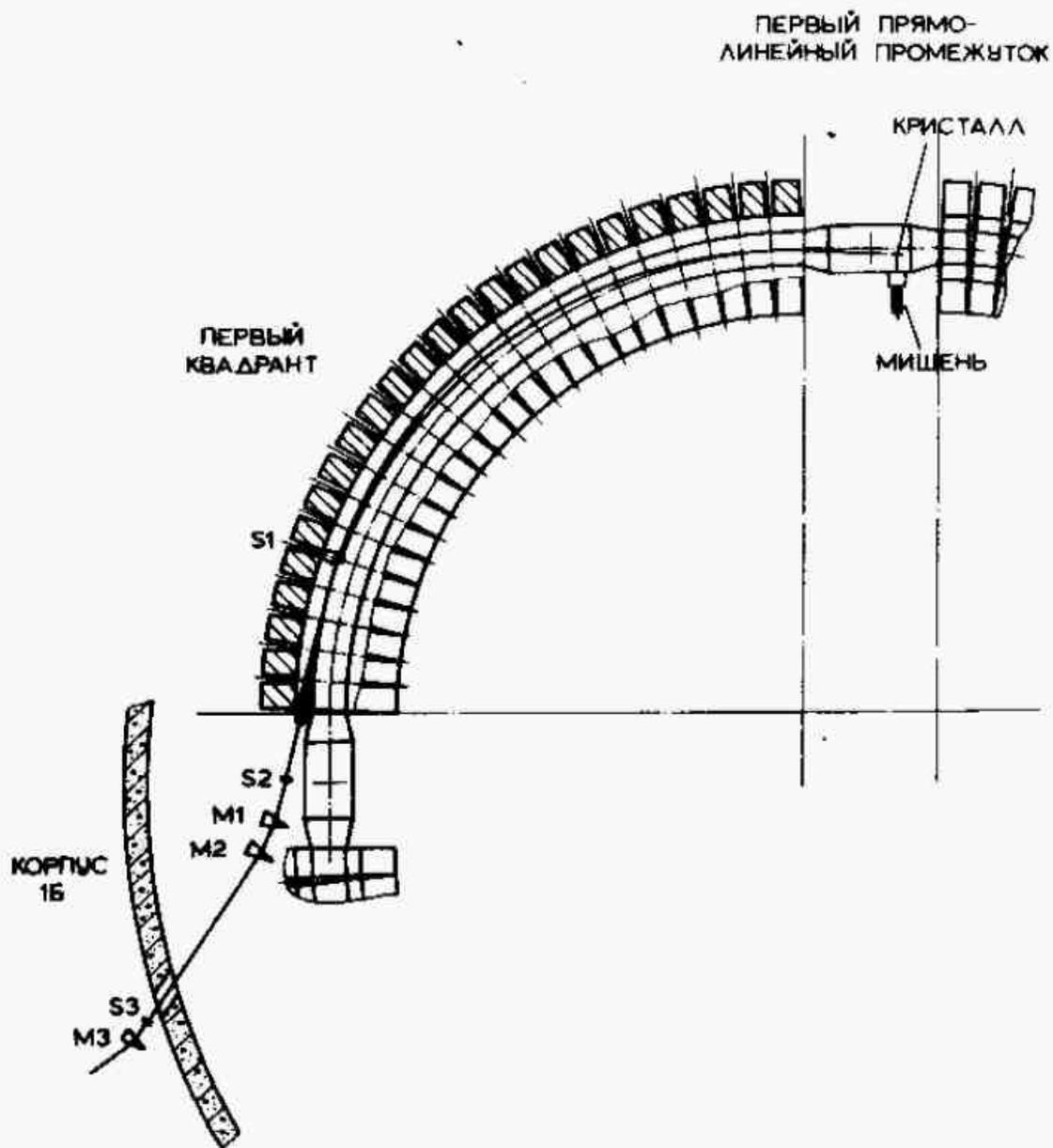
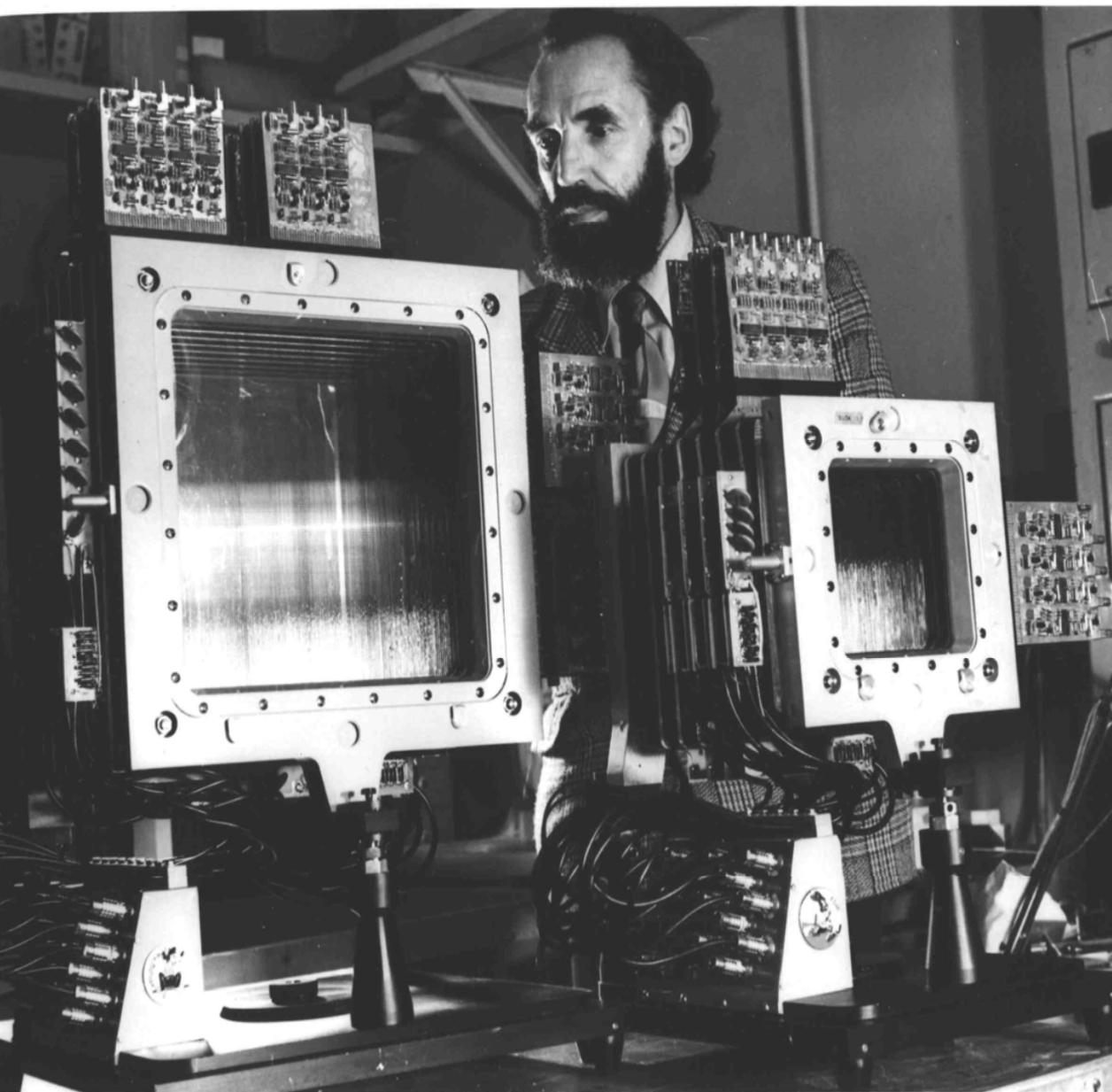
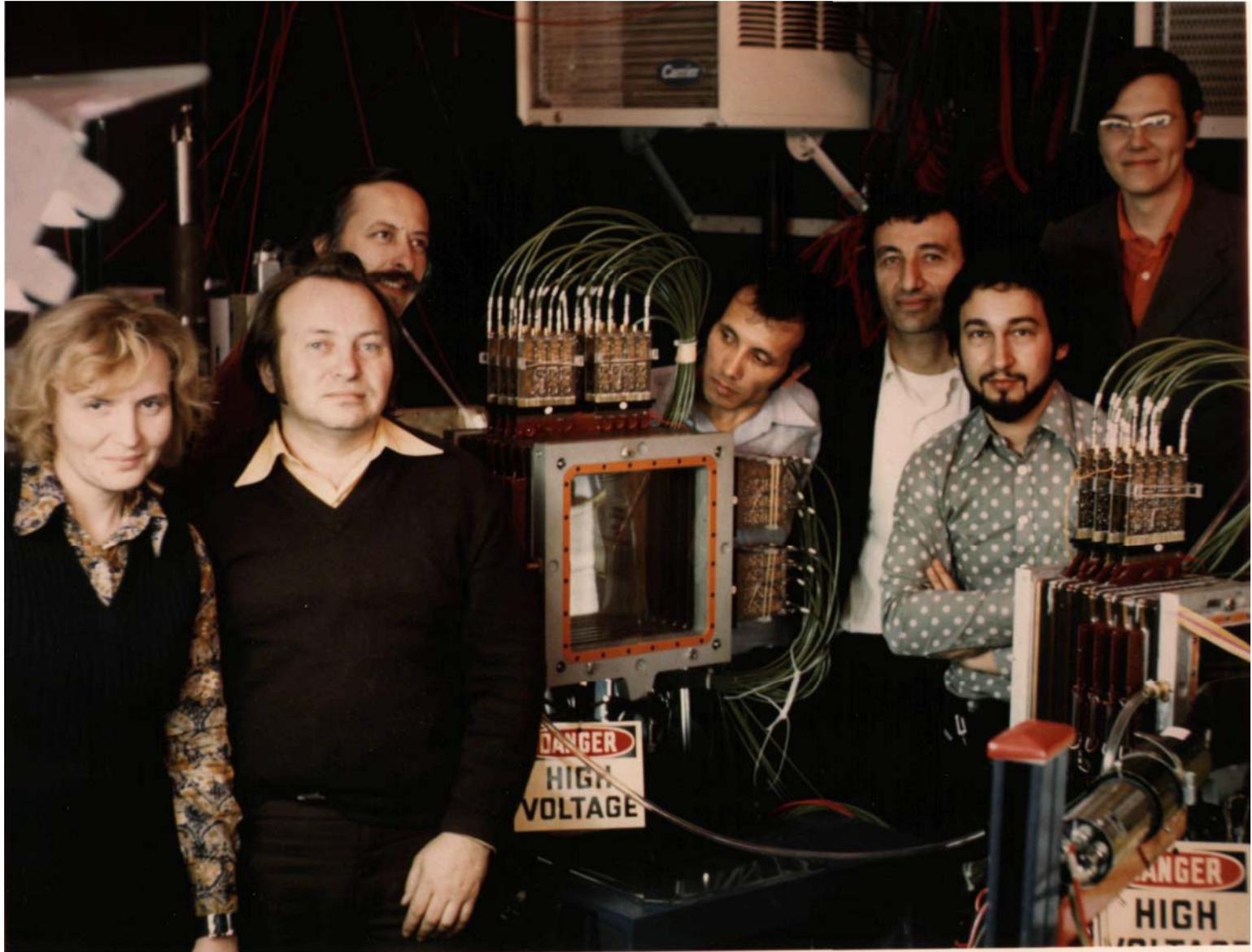


Схема вывода пучка из СФ с помощью изогнутого кристалла.



Дрейфовые
камеры
установки
«Кристалл»



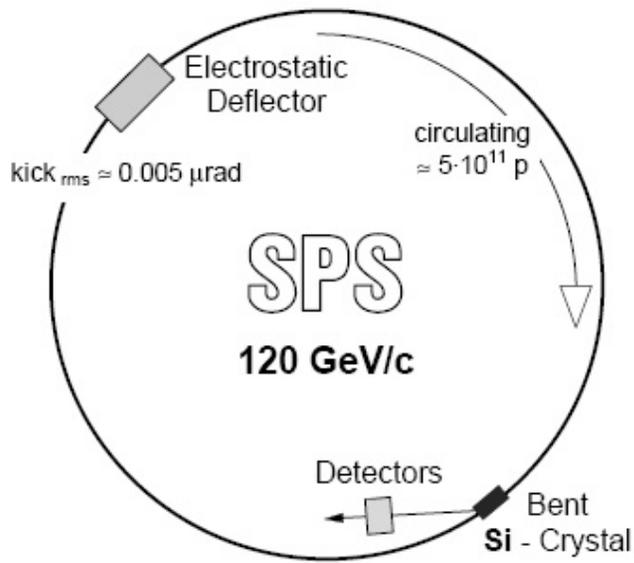


Fig. 5. The principle of the SPS extraction experiments with a bent crystal

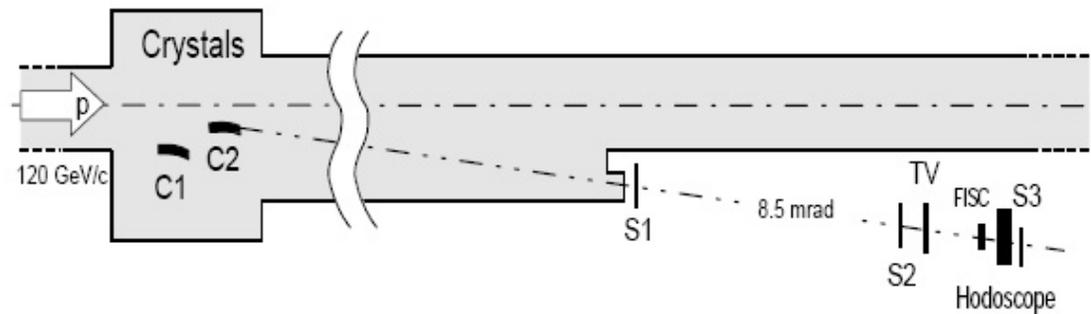


Fig. 6. Schematic view of the crystal and detector arrangement to measure the extracted proton beam at the SPS

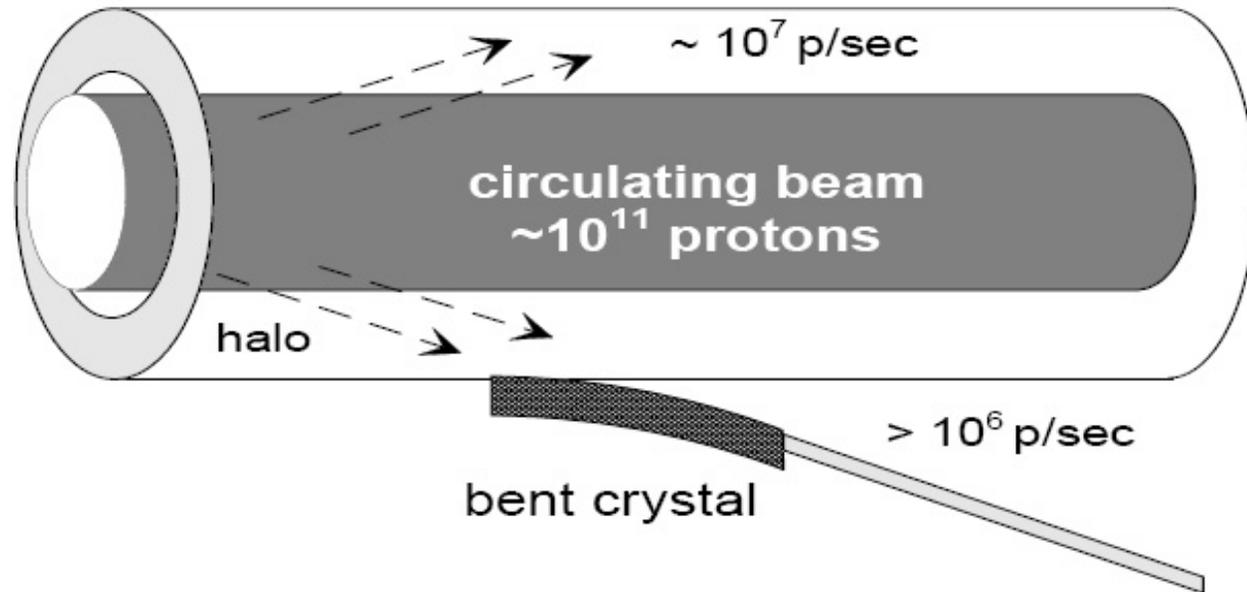


Fig. 1. Principle of proton extraction from the halo of a circulating proton beam by means of a bent crystal

Изогнутый кристалл в установке NA48.

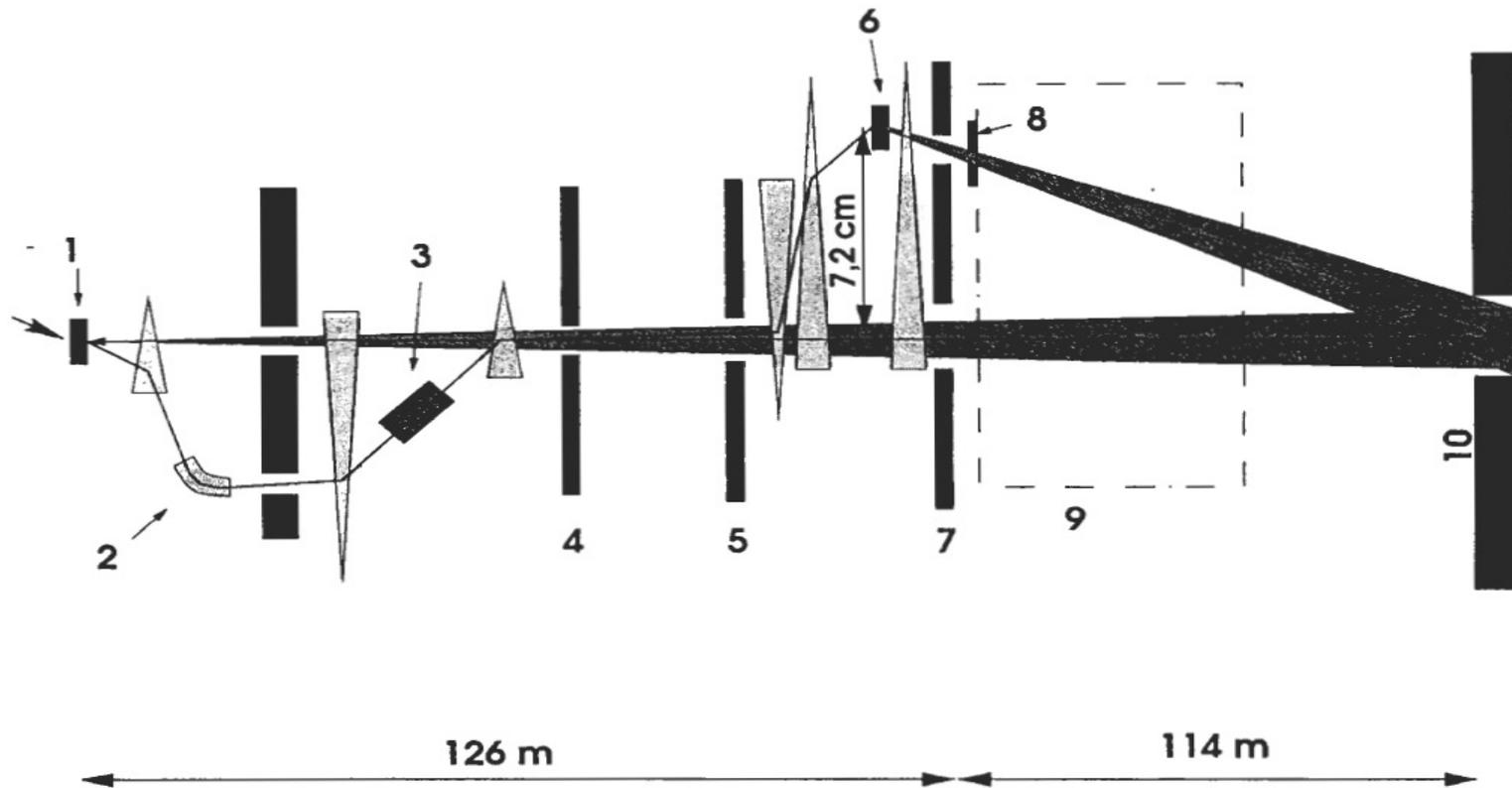


Рис. 4: Схема синхронных пучков K_L и K_S в эксперименте NA48 (масштаб не соблюдается). 1 - мишень K_L ; 2 - искривленный монокристалл; 3 - отметчик пучка K_S ; 4 - определяющий коллиматор; 5 - коллиматор очистки; 6 - мишень K_S ; 7 - последний коллиматор; 8 - veto ранних распадов в пучке K_S (AKS); 9 - распадный объем; 10 - детекторная установка NA48.

The existing Nuclotron facility

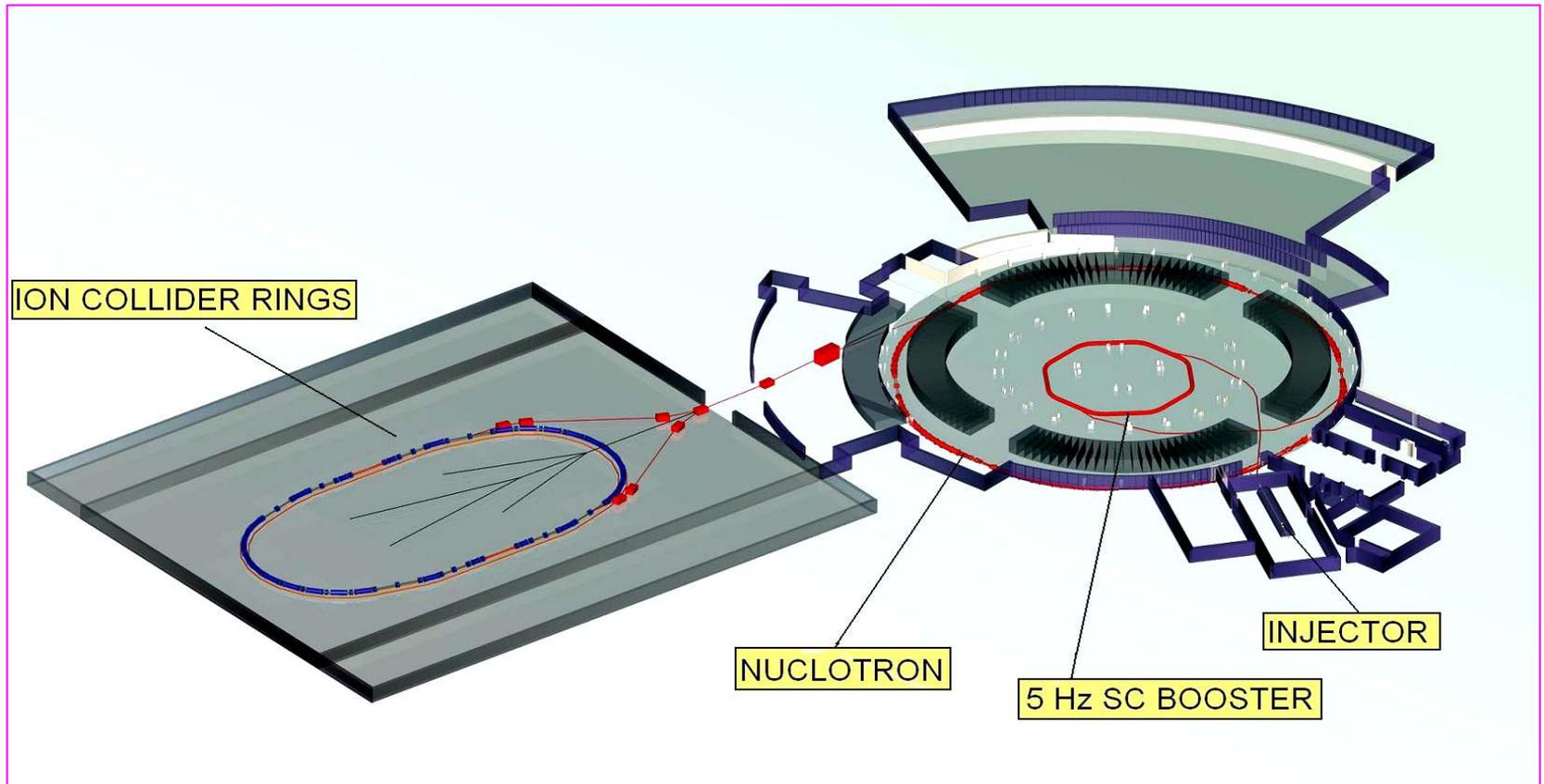
•The Nuclotron was built for five years (1987-1992), the main equipment of its magnetic system, and many other systems as well, was fabricated by the JINR central and the LHE workshops without having recourse to specialized industry. The Nuclotron ring of 251.5 m in perimeter is installed in the tunnel with a cross-section of 2.5m x 3 m that was a part of the Synchrotron infrastructure



- Structural magnets power supply upgrade.
- Beam extraction improvement of the beam pipe pumping system.
- RF system.
- Beam diagnostic and control system.
- RF system.

- Beam transfer line from the Nuclotron ring to the main experimental area;
- Radiation shield (F3 area mainly);
- Cryogenic supply system;
- Ion source development;
- Booster magnets R&D

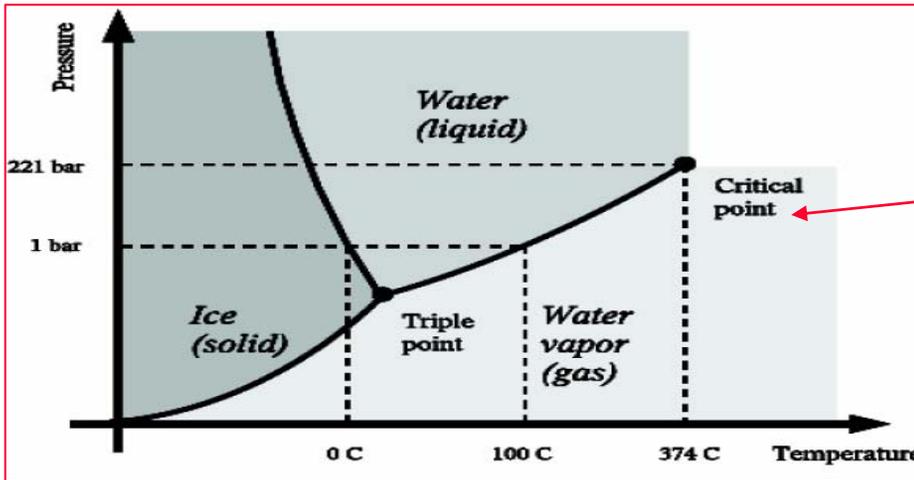
NICA general layout



- The possibility of fixed target experiments is exist.
- The investigation of light and middle weight ion collisions including polarized deuterons (collision energy and luminosity will be larger in the case).
- The experiments at the internal target installed inside one of the collider rings.

Nuclotron-based Ion Collider Facility and Mixed Phase Detector

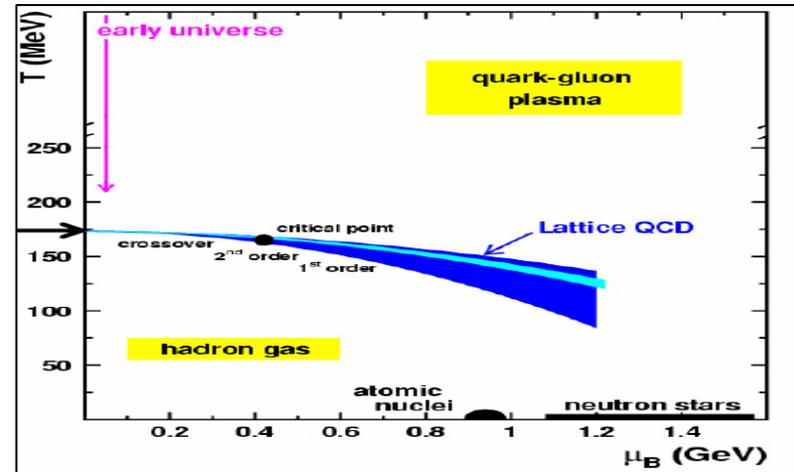
NICA / MPD

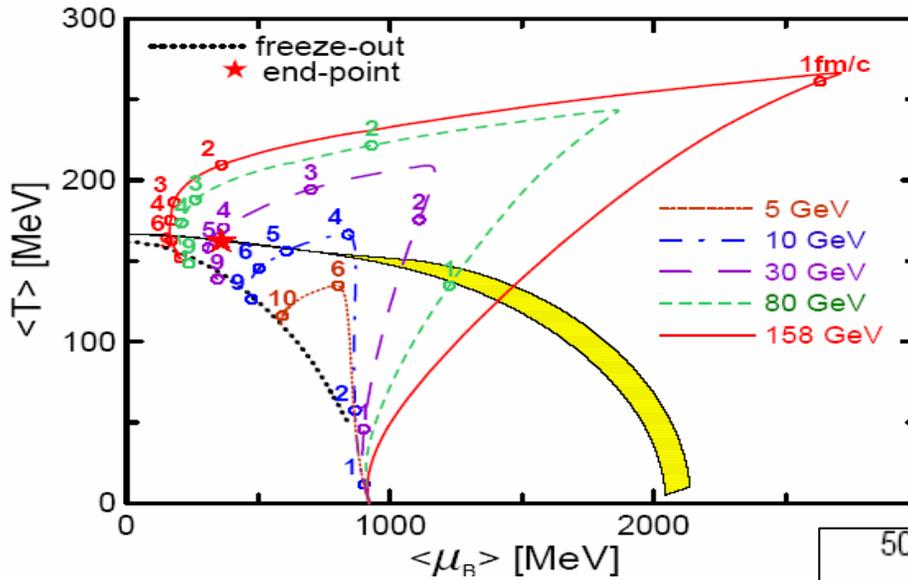


Water-steam transition (first-order transition with the latent heat) **ends** a critical point (second order). No difference between steam and water above the critical point.

PHASE DIAGRAMS

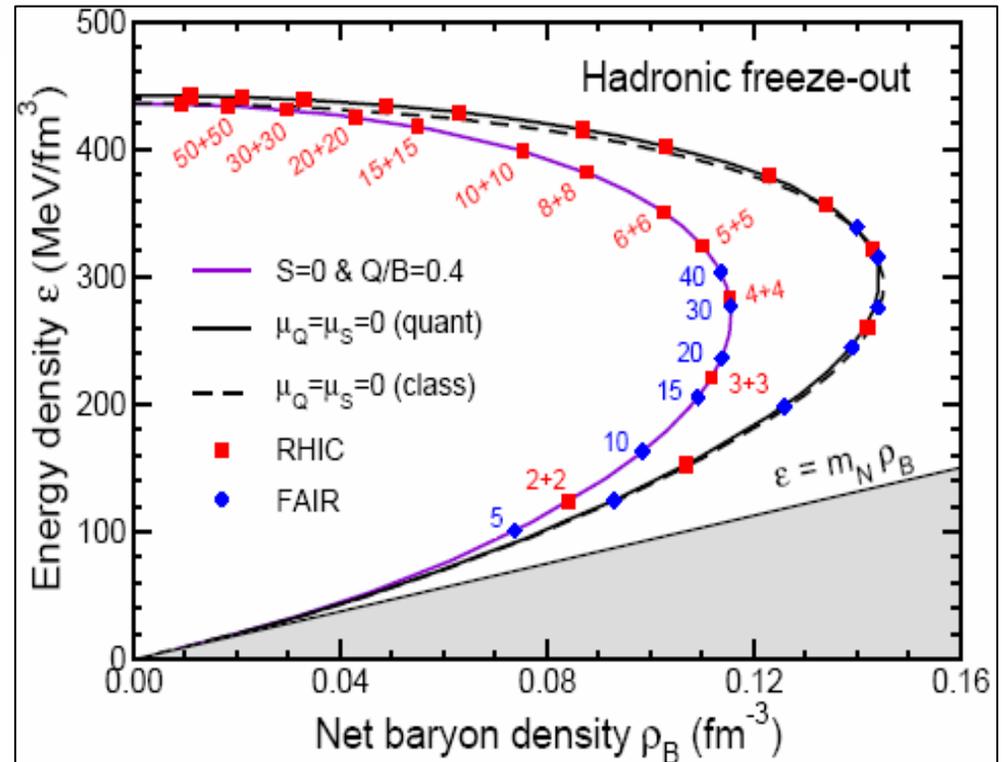
Quark-hadron deconfinement phase transition manifests a similar structure. There is a **crossover** above the critical point





Phase trajectories in the phase diagram calculated within 3-fluid hydrodynamic model for central Au+Au collisions at different energies (Yu. Ivanov et.al.,2005). Freeze-out curve is shown by dots, shaded region is a mixed phase for B and S conserved charges. For $E_{\text{lab}}=30A$ GeV the trajectory goes near the **critical end-point**.

Freeze-out curves estimated for different colliding energies (J.Randrup and J.Cleymans, 2006). Freeze-out baryon density is **maximal** at (4+4) energy of collider.





Конечд.
Спасьибо.